This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

1127

Soc. 3974 e. 142/25.9

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS

DE LILLE.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS

DE LILLE.

BIBLIOTHECA BODLEIANA

ANNÉE 1862.

IIe SÉRIE. — 9e VOLUME.

LILLE,
CHEZ L. QUARRÉ, LIBRAIRE, GRAND'PLACE, 64.
1863.

HYGIÈNE DE LA VILLE DE LILLE.

Par MM. Ch. PILAT, docteur-médecin, et TANCREZ,
secrétaire de la Faculté des Sciences.

Mémoire couronné au concours de 1861.

Les questions soumises par la Société Impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, à la sagacité et à l'examen des hommes qui s'occupent d'hygiène, sont de celles qui, malgré leur importance capitale, ou plutôt à cause de cette importance, rencontrent dans leur solution pratique des obstacles quelquefois difficiles à surmonter et que le temps seul peut aplanir. Beaucoup d'auteurs ont écrit, dans ces dernières années, sur la salubrité des villes et sur celle des campagnes, et ont posé les principes généraux de la science; mais bien peu ont su quitter les hauteurs souvent inaccessibles de la théorie et de l'école pour descendre dans la voie des indications pratiques, des améliorations réclamées au profit d'une cité déterminée.

C'est à l'hygiéniste, cependant, qu'il appartient de dévoiler à l'édilité d'une localité tout ce qui peut nuire à la santé publique, et de chercher, avec elle, à paralyser les effets des causes d'insalubrité que recèlent toujours, à des degrés divers, les grandes agglomérations d'habitations. L'expérience des siècles passés atteste que c'est principalement dans les villes qui se sont successivement agrandies, que les agents de destruction ont pris rapidement naissance, se sont accumulés et ont fait sentir, au plus haut degré, leur funeste activité. Cette vérité ressort aussi

de l'indifférence qu'ont, jusqu'en ces derniers temps, manifestée les peuples modernes pour l'observation des lois de l'hygiène si en honneur chez certains peuples de l'antiquité.

Autrefois les villes grandissaient au hasard, pour ainsi dire chacun bâtissait à son gré, suivant son intérêt particulier, sans s'inquiéter de ce qui pouvait gêner son voisin, et petit à petit l'agglomération se faisait comme elle pouvait, sans tracé de rues ni alignement de maisons ; mais plus tard, quand leurs populations, resserrées déjà dans des limites assez étroites, augmentèrent par suite du développement industriel et commercial, ces villes devinrent très insalubres, surtout dans les quartiers primitifs.

C'est là l'histoire de presque toutes les villes les plus importantes de la France où les intérêts commerciaux ont attiré successivement les populations, et bien que les progrès de la civilisation y eussent déjà amené des améliorations notables dans les conditions des habitations de la classe ouvrière, il a fallu l'invasion des terribles épidémies de 1832 et 1849 pour réveiller l'attention générale sur les mesures sanitaires à prendre pour prévenir le retour et les conséquences de semblables fléaux. Les enquêtes qui eurent lieu alors dans les villes manufacturières sur l'état de la salubrité publique, firent entrer résolument les administrations municipales dans la série des améliorations radicales, les déterminèrent à entreprendre les grands travaux d'utilité publique qui doivent, dans un temps prochain, amener la régénération des grandes villes de Paris, Lyon, Marseille, Lille, Rouen, etc.

C'est dans la persuasion où nous sommes qu'il est du devoir de chacun d'apporter, dans les limites de ses forces, son concours à l'élucidation des questions qui intéressent si directement l'agrandissement de la ville de Lille, et dont plusieurs sont tout à-fait neuves, que nous nous efforçons de répondre au programme rédigé et publié en 1860 par la Société Impériale des Sciences.

Ce programme était ainsi conçu :

Rechercher quels sont les avantages et les inconvénients :

« 1° Des rues droites ou sinueuses, larges ou étroites, longues ou » courtes.

» 2° Des différentes orientations des rues ;

» 3° La largeur d'une rue étant donnée, on demande :

» A quelle hauteur faut-il limiter le faîte des maisons ?

» Quelle portion de cette largeur convient-il d'accorder à la » circulation des voitures, ou, ce qui revient au même, quelle por- » tion de cette largeur faut-il réserver aux trottoirs pour la circula- » tion des piétons ?

» 4° De l'uniformité ou de la variété dans la forme et l'aspect » extérieur des maisons d'une même rue ;

» 5° Des passages, qu'ils soient couverts ou non d'un vitrage ;

» 6° Des trottoirs en dalles larges, en pavés semblables à ceux » des rues, en pavés équarris, en asphalte, etc.

» 7° Des canaux ouverts ou couverts ;

» 8° Des bouches d'égouts dites hermétiques ou ouvertes ;

» 9° De la dissémination sur divers points de la ville, ou de la » réunion au pourtour d'une grande place centrale, des édifices pu- » blics, tels que la mairie, la préfecture, le quartier-général, le » beffroi, le théâtre, le palais-de-justice, la salle des concerts, etc. ;

» 10° Des constructions en saillie telles que les urinoirs, les éta- » lages, les balcons, les enseignes, les pots de fleurs, etc.

» Le concurrent discutera les avantages et les inconvénients avec » un soin égal, surtout pour ce qui se rattache à la salubrité pu- » blique, motif principal du concours. »

Voici comment nous avons cru devoir répondre à ces différentes questions :

RECHERCHER QUELS SONT LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS :

§ I.

Des rues droites ou sinueuses, larges ou étroites, longues ou courtes.

Les inconvénients que nous venons d'indiquer comme conséquences de l'accumulation des populations dans les grandes villes, se rencontrent plus particulièrement encore dans les villes de guerre où l'industrie, en voie de progrès, appelle sans cesse les travailleurs, dans l'espoir d'un salaire plus élevé; là, les quartiers occupés par la classe ouvrière se ressentent plus que partout ailleurs de la négligence que nos ancêtres apportaient dans la construction des habitations ; aussi y trouve-t-on des rues étroites et sinueuses, des ruelles humides formant des espèces de labyrinthes.

Dans ces rues l'accroissement de la population déjà agglomérée sur un espace de terrain limité par des barrières infranchissables, force les habitants qui étouffent dans leur étroite demeure à élever étage sur étage, et à ajouter ainsi aux autres causes une cause nouvelle d'insalubrité, c'est-à-dire la privation de umière ; car il résulte nécessairement de la trop grande élévation des maisons par rapport à la largeur des rues, que les rayons du soleil, surtout en hiver, pénètrent très peu dans certains quartiers, imparfaitement dans d'autres, et que les rez-de-chaussée sont encore plongés dans

une demi-obscurité, alors que l'astre du jour a déjà parcouru une partie de sa course.

Dans ces rues étroites et sinueuses, peu accessibles aux vents, surtout quand elles sont courtes et n'aboutissent pas à une voie large ou à une place, l'air rencontrant des angles, des détours, des étranglements formés par les maisons mal alignées circule difficilement. Chargé des émanations d'un sol constamment humide par suite du défaut de pente des ruisseaux et recouvert, une partie de l'année, par une boue épaisse et noire, il pénètre dans les habitations pour joindre son action débilitante à l'influence déjà trop active de la misère et d'une demeure malsaine. Ces deux éléments, l'air et la lumière, sont cependant aussi précieux pour l'homme que pour les plantes; sans eux point de vie, point de santé. C'est dans l'atmosphère que l'homme puise l'oxygène nécessaire aux combustions qui transforment sans cesse les matières destinées à renouveler la trame de ses organes; c'est de la lumière solaire aussi qu'il reçoit cette excitation salutaire sans laquelle l'organisme s'affaiblit et s'étiole; aussi doit-on chercher à la faire pénétrer partout dans les habitations, même aux rez-de-chaussée.

Les personnes qui, par état ou par nécessité, habitent ces dernières pièces et même les caves (et il n'en existe encore malheureusement que trop à Lille), ou bien encore les rues étroites et sombres, sont souvent la proie des fièvres d'accès; les scrofules, les névralgies, les rhumatismes, le scorbut, forment aussi leur lot dans les misères de ce monde; mais c'est surtout chez les jeunes sujets que l'absence de la lumière se fait sentir. Chez eux le teint est pâle, le ventre gros, les membres sont arqués; tout le système lymphatique prédomine; les tissus soustraits au stimulant vivifiant du soleil deviennent le siége d'engorgements atoniques désignés sous le nom *d'empâtements*, et les articulations, de gonflements inflammatoires qui, bientôt, dégénèrent en tumeurs blanches.

Si l'on pouvait douter de cette influence funeste sur les êtres organisés et du rôle que joue la lumière sur les phénomènes de la vie, il suffirait de suivre, comparativement, les phénomènes de la végétation des plantes exposées à un air pur, à une lumière vive, et les altérations qu'elles subissent lorsqu'elles poussent à l'ombre.

Voyez, en effet, la décoloration et l'étiolement des tiges qui se produisent sur les pommes de terre déposées dans des caves obscures et sans air? Tout le monde a observé les modifications qu'y subissent également les arbustes vivaces qu'on y renferme. Leurs feuilles deviennent vert-pâle; leurs fruits manquent de saveur et mûrissent rarement.

Le manque d'air, comme l'air altéré dans sa composition par la diminution de son oxygène et la présence de principes étrangers plus ou moins délétères, sont aussi la cause principale de maladies graves (phthisie pulmonaire, chlorose, rachitisme), et des épidémies meurtrières qui attaquent et déciment quelquefois les populations pauvres qui, dans les grandes cités, habitent les quartiers dont nous nous occupons; à Paris, pendant le choléra, la mortalité dans les rues étroites a été de 45 sur 1,000 individus, quand ailleurs elle n'était que de 22.

Si les rues étroites et sinueuses ont l'inconvénient de priver les habitations des rayons bienfaisants du soleil, et d'empêcher la libre circulation et le renouvellement de l'air, elles ont aussi celui d'entretenir une humidité constante qu'on ne peut détruire par aucune mesure sanitaire, quand une fois elle a pénétré dans les matériaux des habitations. Le seul remède alors est de démolir ces milieux infects et meurtriers pour leur substituer des demeures plus salubres.

La circulation des piétons et des voitures est également difficile dans les rues étroites et sinueuses, surtout pour les premiers, lorsqu'il n'existe pas de trottoirs; quant aux voitures

elles ont souvent peine à passer deux de front, aussi les accidents y sont-ils là plus nombreux qu'ailleurs.

Puisque l'air et la lumière sont si essentiels à la santé et que les rues sont considérées, à bon droit, comme les canaux par lesquels ils peuvent le plus facilement pénétrer dans les divers compartiments de nos habitations et arriver largement jusqu'à nous, il faudra rechercher les rues larges et droites. Celles-ci, pourvu que la hauteur des maisons qui les bordent ne soit pas excessive, permettront aux rayons du soleil de se faire sentir dans les rez-de-chaussée, et de descendre jusque sur le pavé pour y chasser l'humidité et accélérer, avec l'aide de l'oxygène de l'air, la combustion des matières organiques qui y sont plus ou moins accumulées et tendent à y développer des odeurs pénétrantes.

Dans notre climat, il ne faut pas cependant que les rues soient démesurément larges, car alors elles sont trop froides en hiver et trop chaudes en été, surtout si elles sont dirigées du nord au midi. Une rue droite et bien alignée doit aussi être préférée pour le prompt renouvellement de l'air, pour l'écoulement facile des eaux et le nettoiement de la voie publique, enfin pour la circulation des piétons et surtout des voitures; en outre, elle charmera la vue si elle a une certaine longueur.

Mais comme dans une grande ville où la population doit être assez concentrée, on ne peut donner à toutes les rues les mêmes dimensions qu'aux artères principales, il faut, autant que possible, que les rues moins larges viennent aboutir à celles-là par leurs deux extrémités, afin de pouvoir puiser dans ces réservoirs l'air dont elles ont besoin et qui, en pénétrant dans les habitations par toutes les issues, (portes et fenêtres), doit y remplacer l'air vicié par la respiration et les émanations de toutes espèces.

Le centre des villes est toujours la partie où l'espace est le plus insuffisant; c'est là surtout que les rues doivent être larges;

c'est là aussi qu'il est utile de créer des places, parce que la population y est plus concentrée et que les maisons peu profondes et dépourvues de cours ou de jardins, à cause de la faible largeur des massifs, tendent à gagner en hauteur ce qu'elles perdent en superficie. Les places situées au centre des quartiers populeux, et plantées d'arbres, si leur étendue le permet, sont en effet des réservoirs d'air pur pour les rues qui y aboutissent, et contribuent puissamment à la salubrité.

Tout concourt donc à prouver que les rues larges, droites et longues, surtout si elles sont bien orientées, ce que nous allons examiner, sont préférables en tous points aux rues étroites, sinueuses et courtes. Elles concourent non seulement à la salubrité des villes, mais encore à leur embellissement.

§ II.

Des différentes orientations des rues.

L'orientation des rues n'est point une chose indifférente pour la salubrité d'une grande ville, principalement dans les pays tempérés qui se rapprochent des contrées septentrionales. Là, en effet, l'exposition au nord est très froide, elle prive des rayons du soleil pendant l'hiver, sans compensation aucune pendant l'été, et fatigue les poitrines délicates qu'elle dispose aux accidents de la phthisie pulmonaire. Par contre une habitation tournée au midi se trouve dans de bonnes conditions pendant l'hiver, mais l'été ses hôtes ont beaucoup à souffrir des ardeurs du soleil, dont les rayons plongent dans les divers compartiments pendant la majeure partie de la journée.

De toutes les expositions, celles de l'*est* et du *sud-est* sont sans contredit les meilleures. Il faudra rechercher l'une ou l'autre quand il s'agira de bâtir une maison isolée, car en perçant des fenêtres sur toutes les faces, sauf du côté du nord, les appartements recevront, dans le cours de la journée, chacun leur contingent de rayons solaires; mais cet avantage disparaîtra dans les villes où les maisons sont soumises à l'alignement sur deux de leurs côtés contigus aux bâtiments voisins, et où d'ailleurs les constructeurs sont obligés d'accepter l'orientation assignée à la rue. Il n'y a guère que les cités peu importantes par leur étendue et bâties sur le versant *est* d'une colline ou d'une montagne, qui puissent jouir d'un tel avantage.

Dans les villes naissantes, toutefois, ou dans celles qui, étouffées dans leur enceinte éprouvent le besoin de s'agrandir et de reculer leurs limites, on devra chercher, dans les nouveaux quartiers, à donner le plus de soleil possible à chaque maison, par une orientation convenable. Pour cela on pourra diriger les rues par rapport aux divers points cardinaux, de manière à ce que la façade principale de chaque maison, et le côté situé sur la cour ou le jardin, puissent également recevoir les rayons du soleil pendant plusieurs heures de la journée.

Pour obtenir ce résultat si favorable, les artères principales d'un quartier seront donc larges et dirigées du *nord-ouest* au *sud-est*. Les rues collatérales, qui devront être perpendiculaires aux premières, auront leur direction du *nord-est* au *sud-ouest;* on évitera ainsi l'exposition directe des façades soit aux vents froids du nord soit aux vents brûlants du midi; l'on fera pénétrer plus largement les vents frais, toniques, et partant plus salubres, du *nord-est* et du *sud-est*, en même temps qu'on préservera une grande partie de la ville des vents froids et humides du *nord-ouest*.

Les rues qui, par leur direction, ne pourront être soustraites à l'action de ces vents, seront, par leur largeur

et par l'abondance des rayons solaires qu'elles recevront, à l'abri des inconvénients de l'humidité qui règne ordinairement dans les rues étroites et mal orientées.

En résumé, avec l'orientation que nous indiquons, les maisons des différents quartiers recevront une somme de lumière plus considérable, mieux répartie et feront jouir leurs habitants des avantages inhérents à chaque exposition.

§ III.

La largeur d'une rue étant donnée, on demande.

1° A quelle hauteur faut-il limiter le faîte des maisons?

2° Quelle portion de cette largeur convient-il d'accorder à la circulation des voitures?

Nous avons dit, dans le précédent chapitre, qu'il était difficile de donner à toutes les rues la même largeur; que celle-ci pouvait varier suivant l'orientation sans entraîner de grands inconvénients. Il serait bon cependant, pour satisfaire aux exigences de la salubrité et ne point abandonner à l'arbitraire la largeur des rues, de fixer un minimum à adopter par les administrations communales, et comme un rapport doit naturellement exister entre la largeur de la rue et la hauteur des maisons qui la bordent, il serait utile également de déterminer cette dernière.

Cette question, du reste, n'est pas neuve: elle avait attiré, dans le siècle dernier, l'attention des administrations. A mesure que la population devenait plus nombreuse à Paris, la circulation y

était de plus en plus difficile, et bien que les épidémies eussent cessé de se présenter périodiquement dans cette grande cité, la santé publique était souvent encore compromise par la privation d'air et de soleil dans les rues étroites, bordées de maisons trop hautes. C'est à ces inconvénients que la déclaration du Roi, qui parut le 10 avril 1783, a eu pour but de remédier en fixant un minimum de largeur pour les rues et en limitant la hauteur des maisons. Elle portait :

« Article 1er. Aucune nouvelle rue ne pourra être ouverte » qu'en vertu de Lettres-patentes; elle ne pourra avoir moins » de trente pieds de largeur; toutes les rues dont la largeur est » au-dessous de trente pieds seront successivement élargies au » fur et à mesure de la reconstruction des maisons situées sur » ladite rue. »

L'article 5 détermine la hauteur qu'on pourra donner aux maisons et prescrit des peines sévères pour les cas où les propriétaires seraient pris en contravention. Cette hauteur, dit la déclaration, sera fixée, dans les rues de trente pieds de large et au-dessus, à soixante pieds lorsque les maisons seront en pierres et moëllons, et à quarante-huit pieds seulement lorsqu'elles seront bâties en bois.

Les dispositions de cet édit, bien que contenant des restrictions insuffisantes pour l'époque actuelle, ont néanmoins servi de base aux réformes adoptées et mises en vigueur, de nos jours, dans plusieurs grandes villes de France : Paris, Lyon, etc. Seulement on ne comprend pas, comme l'a fait observer Montfalcon, pourquoi, dans cette loi, la hauteur des maisons est subordonnée à la nature des matériaux qui, dans l'espèce, sont des objets secondaires, car ce qu'il faut obtenir, avant tout, c'est le rapport de cette hauteur avec la largeur de la rue. C'est là le point essentiel pour la salubrité publique.

Aujourd'hui le règlement en vigueur à Paris a réduit à dix-

sept mètres cinquante-quatre centimètres la plus grande hauteur des maisons pour une largeur de neuf mètres quarante-deux centimètres. Cette hauteur nous paraît encore trop élevée pour que l'air et la lumière puissent circuler et pénétrer librement. A Lyon, une ordonnance municipale a admis des chiffres un peu différents, en fixant, en 1849, cette hauteur à dix-neuf mètres pour une rue de huit à dix mètres de largeur. Comme on le voit, la disproportion est plus grande ici, surtout si l'on tient compte de la faculté qui est laissée au constructeur de surmonter sa maison d'un comble pouvant atteindre quatre mètres d'élévation.

Or, il nous paraît convenable, si l'on veut avoir une bonne ventilation dans les rues et les maisons qui les bordent, en même temps qu'on y fera entrer largement les rayons du soleil, d'établir le rapport suivant entre les maisons et la rue, à savoir que la largeur de celle-ci doit être égale à la hauteur de celles-là (la mesure étant prise depuis le pavé de la rue jusques et y compris les corniches ou entablements). De cette manière, la population sera répartie plus également sur tous les points de la cité, et on ne verra plus les plus petites rues, celles qui ont à peine quatre mètres de largeur, présenter des demeures de trois à quatre étages, où les habitants sont entassés, sans air ni lumière, dans des chambres d'un cubage insuffisant. Pour que cette mesure fût complète, il ne faudrait pas la restreindre aux bâtiments faisant front à rue, mais l'étendre à toute la profondeur des constructions, afin d'éloigner l'humidité qui règne dans les cours et les quartiers de derrière. Une loi, basée sur ces proportions, mettrait un frein à la cupidité et à l'incurie d'un grand nombre d'entrepreneurs. Le rapport que nous venons d'indiquer pourra varier, d'ailleurs, suivant les climats et les localités.

A Londres, où cette réglementation est mise en pratique depuis plusieurs années, on a pu constater les bons effets produits par les grandes dimensions des voies publiques. Les maisons à un grand nombre d'étages présentent d'ailleurs, même dans

les rues assez larges, plus d'un inconvénient, à côté de quelques avantages qu'on peut y trouver; le bon entretien et la propreté des escaliers y sont moins faciles, à cause du grand nombre d'habitants qui les parcourent; les étages supérieurs que l'on considère souvent, mais à tort, comme les plus *sains*, sont plus exempts d'humidité et reçoivent une lumière plus vive, il est vrai, mais par contre ils reçoivent aussi les émanations des étages inférieurs; le froid y est rigoureux en hiver et la chaleur excessive en été; ils occasionnent aussi à leurs habitants une grande fatigue dont sont exemptes les personnes qui occupent le premier ou le deuxième étage.

Pour toutes ces raisons, et d'après la règle que nous avons posée plus haut, nous pensons qu'en accordant un minimum de largeur de neuf mètres aux rues de troisième ordre, onze mètres pour celles de deuxième, et quinze à seize pour les grandes artères, en fixant à trois mètres cinquante centimètres la hauteur minimum du rez-de-chaussée et des étages, on arrivera à obtenir dans les villes, un nombre considérable de maisons qui se présenteront, quant à la hauteur, dans les meilleures conditions de salubrité que l'on puisse désirer. Ces rapports, toutefois, pourront varier aussi pour les places publiques de grande dimension. Là, évidemment, la hauteur des maisons, sans être excessive, pourra être plus considérable que dans les rues ordinaires, car l'air et la lumière y pénétreront facilement.

Des plantations d'arbres dans ces places y seront non-seulement un objet d'agrément, mais encore un moyen d'assainissement; elles procureront de l'ombrage aux promeneurs pendant les chaleurs de l'été et concourront, quand elles seront assez vastes, à rendre l'air plus pur en lui donnant de l'oxygène et en absorbant son acide carbonique. Il faudra, dans ces plantations, éviter avec soin le voisinage des conduites du gaz destiné à éclairer la chaussée circulaire et les allées du jardin; car les infiltrations du gaz dans le sol sont funestes aux arbres et les font bientôt périr.

Les places publiques, bien larges dans tous les sens, sont encore, comme nous l'avons déjà dit, pour les rues environnantes, de vastes réservoirs où elles viennent puiser l'air pur qui leur manque, aussi doit-on les multiplier dans les villes populeuses et en établir au moins une au centre de chaque quartier. L'ouvrier, dont les moments de repos sont comptés, trouvera ainsi à sa portée des arbres d'une belle venue, des massifs d'arbustes et de fleurs qui, réjouissant et reposant son esprit et sa vue, exerceront sur lui un certain attrait qui contribuera à l'éloigner de ces réunions bruyantes et malsaines, où trop souvent il épuise sa bourse et sa santé.

Après cette petite digression, nous revenons à notre sujet. Pour que la circulation des piétons soit facile et sûre dans les rues, quelles que soient leurs dimensions et leur longueur, il faut qu'une partie de la voie publique leur soit spécialement réservée et rendue inaccessible aux voitures. C'est pour satisfaire à ce besoin bien reconnu que, dans la plupart des villes, les ingénieurs de la voirie ont disposé les rues en parties distinctes : une chaussée placée au centre, et deux trottoirs situés latéralement ; la première, commune aux voitures et aux piétons, les autres à l'usage unique de ces derniers. Nous aurons plus loin à nous occuper de leur confection. Qu'il nous suffise de dire, avant de terminer ce chapitre, que leur largeur totale devra être égale au tiers de celle de la chaussée. Ainsi, en supposant une rue de la plus petite largeur que nous avons admise, c'est-à-dire de neuf mètres, chaque trottoir aura un mètre cinquante centimètres comme largeur *minima*, ce qui nous paraît suffisant pour que deux personnes puissent facilement se croiser, et pour prévenir les accidents qui ne se répètent que trop fréquemment dans certaines rues où les trottoirs ont à peine cinquante centimètres.

§ IV.

De l'uniformité ou de la variété dans la forme et l'aspect extérieur des maisons d'une même rue.

Lorsque sur un terrain neuf on a tracé les voies nouvelles, ou que dans les vieux quartiers d'une ville on a procédé à l'élargissement des rues et à la rectification de l'alignement des maisons, faut-il laisser à chacun la liberté de bâtir comme il l'entend, pourvu qu'il se conforme au plan tracé, ou bien doit-on chercher à obtenir pour les façades d'une même rue une certaine uniformité? C'est la question que nous allons examiner au point de vue de l'hygiène.

Chez nos ancêtres la construction des maisons et leur bonne distribution intérieure, étaient loin de compenser les vices attachés à l'étroitesse des rues et à la mauvaise direction de la plupart d'entre elles; à part quelques édifices et un certain nombre d'habitations particulières, disséminés çà et là, pour lesquels on avait observé certaines règles, partout l'architecture était sacrifiée aux caprices des habitants; aussi la plupart des villes anciennes sont-elles devenues aujourd'hui très-insalubres et incommodes, par suite de l'augmentation de leur population, malgré l'aspect, quelquefois pittoresque, du désordre de leurs constructions, et nécessitent-elles d'immenses sacrifices pour les rendre salubres. C'est ce défaut qu'il faut éviter pour l'avenir.

Dans les quartiers aristocratiques d'une grande cité, là où les îlots formés par les intersections des rues sont assez étendus pour que chaque habitation soit toujours pourvue d'une cour ou d'un jardin pour faciliter la circulation de l'air, on pourra se priver de cette uniformité et de cette régularité qu'on obtiendra facilement dans les quartiers neufs; il sera bon, même pour

la vue, de respecter l'originalité de leurs vieilles constructions, qui ne nuit en rien aux intérêts de la salubrité et sert à rompre la monotonie qui pourrait résulter de maisons toutes semblables à l'extérieur.

Dans la construction des grandes artères, au contraire, et surtout vers le centre, lorsqu'on a donné à la voie publique la largeur qui convient à sa circulation et à son importance commerciale, on peut et l'on doit même chercher, avec juste raison, à obtenir des façades régulières, faites en belles pierres de taille, présentant toutes une même élévation et une grande uniformité dans la disposition des ouvertures, et dans la hauteur des étages. Cette régularité dans l'architecture, qui n'exclut pas un peu de variété dans les accessoires, flatte l'œil et donne aux rues un certain cachet d'élégance et de propreté que l'on chercherait en vain dans nos vieux quartiers (1). L'air, d'ailleurs, y circule plus facilement et chaque habitation reçoit la même quantité de rayons solaires.

Mais il ne faut pas sacrifier ici aux exigences de la mode les intérêts de l'hygiène; il ne faut pas, comme cela a été reproché aux plus belles rues de Paris, que derrière cette apparence de luxe viennent se cacher toutes les misères des grandes agglomérations; il ne faut pas enfin qu'à ces magnifiques façades répondent des appartements étroits, encombrés, ne pouvant recevoir l'air que par la rue, et dans lesquels on ne pénètre que par des couloirs et des escaliers resserrés et sans jour. On parera facilement à cet inconvénient en ne rapprochant pas trop les rues et en donnant aux îlots une certaine superficie : de cette façon, les maisons auront plus de profondeur, ce qui permettra d'y établir

---

(1) Cette vérité ressort de la comparaison des rues Mazurel et de Colbert avec les rues voisines.

une cour qui facilitera l'aération et la pénétration des rayons du soleil dans les pièces situées sur le derrière.

L'uniformité, en tant qu'elle s'applique surtout à la hauteur, au nombre des étages et aux dimensions des fenêtres des habitations, conviendra encore dans les rues habitées par la classe ouvrière; mais là on devra exclure toute prétention au luxe et à l'élégance des façades, qui rendent les loyers plus chers sans aucune compensation pour le bien-être intérieur. Cependant un récrépissage exécuté à des époques assez rapprochées dans ces logements, et sur toutes les façades en même temps, a l'avantage de donner aux maisons un air de propreté qui plaît à la vue, repose l'esprit et réagit favorablement sur les habitudes de leurs hôtes en leur faisant aimer le foyer domestique. C'est surtout dans ces quartiers qu'il serait utile de faire disparaitre les courettes qui, composées d'un petit nombre de maisons coupant à chaque pas les voies plus grandes, et rétrécissant les îlots, empêchent de donner aux maisons la profondeur qui leur convient. Telle se présente à nous la rue des Étaques, si renommée par sa saleté et son insalubrité, et qui, sur un parcours de cent-cinquante mètres environ, possède six cours!

Maintenant que nous avons terminé ce qui a rapport aux dispositions qui doivent être observées dans le tracé des rues, leur largeur et la hauteur relative des maisons, ajoutons que, quelles que soient les améliorations qu'on doive apporter à l'ancienne ville de Lille, il est essentiel d'aviser, avant tout, aux moyens de faciliter ses relations avec les parties annexées. Il est nécessaire aussi de faire disparaître les causes les plus puissantes de l'insalubrité de certains quartiers, soit en perçant de nouvelles rues, soit en élargissant celles qui existent déjà, et en supprimant les ruelles le plus qu'on pourra, mais successivement, sans jeter une trop grande perturbation dans les habitudes des populations, et lorsqu'on se sera assuré que les individus dépossédés pourront trouver facilement à se loger ailleurs.

Dans les anciens quartiers, où les rues parallèles sont assez rapprochées, il faut bien se garder de rétrécir, par des percements dans le même sens, l'étendue superficielle des terrains réservés aux constructions; là il sera bon, si l'air y manque et si la circulation y est difficile, de faire les percées perpendiculairement aux voies existantes. C'est d'après ces principes que la Commission, chargée de rechercher les améliorations à apporter dans l'ancienne ville, a conclu, dans son rapport, à l'ouverture d'une nouvelle rue n° 1, allant de la place du Réduit à la rue Lottin, et à l'élargissement successif, suivant l'importance des ressources dont on pourra disposer, des rues des Étaques et des Robleds.

Les mêmes observations peuvent s'appliquer à la rue n° 2. En effet, en perçant une nouvelle rue à côté du Marché-au-Verjus et en lui donnant pour perspective la colonne de la Place, on eût sacrifié à la jouissance de ce point de vue les intérêts de la salubrité, en laissant subsister une partie de la rue de la Nef et le groupe de maisons compris entre elle et la rue de Tenremonde. D'un autre côté, on eût ménagé entre cette voie nouvelle et la voie parallèle déjà existante, un terrain trop étroit sur lequel il eût été impossible d'établir des appartements commodes et offrant de bonnes conditions hygiéniques. Telles sont, nous devons le croire, les raisons pour lesquelles, en dehors de toute considération pécuniaire, l'administration municipale a jugé préférable d'utiliser la rue préexistante, en l'élargissant.

§ V.

Des passages, qu'ils soient couverts ou non d'un vitrage.

Les passages qu'on livre au public pendant le jour et qu'on ferme pendant la nuit au moyen d'une grille, peuvent répondre à des besoins divers. Tantôt construits à ciel ouvert, ils ont pour

objet d'établir, pour les piétons, une communication plus directe entre deux rues parallèles très-fréquentées, ou bien recouverts d'un vitrage et bordés sur les côtés de magasins d'objets de fantaisie ou d'un usage journalier, ils forment des galeries qui servent aussi de promenades pendant les temps rigoureux. Quel que soit, du reste, leur usage, leur largeur, sauf de rares exceptions, est inférieure à celle des rues ordinaires. L'on y construit des habitations plus ou moins élevées, qui donnent lieu au plus grand nombre des inconvénients que nous avons déjà signalés dans le chapitre 1er, à propos des rues étroites. En effet, si les passages sont à ciel ouvert, nous y retrouvons l'humidité en permanence sur le sol et dans les rez-de-chaussée, avec l'encombrement, le manque d'air, de lumière solaire, et toutes les conséquences fâcheuses qu'ils entraînent à leur suite.

A ces passages, lorsqu'on ne peut les faire disparaître, il serait essentiel, indispensable même, d'appliquer les prescriptions relatives à la hauteur maximum imposée pour les rues ordinaires et de fixer à leur égard la jurisprudence administrative. Quant aux galeries qui sont affranchies de l'humidité pour les rez-de-chaussée et les entre-sols, parmi les conditions qu'il faudrait exiger, nous placerons en première ligne une bonne ventilation, destinée à renouveler, non-seulement l'air altéré de la galerie elle-même, mais aussi l'air chargé d'émanations provenant des magasins et des sous-sols qui, la plupart du temps, sont habités.

L'administration municipale de Lille, dans le but de remédier à certaines causes d'insalubrité, a fait établir sur le canal des Sœurs Noires, préalablement voûté, une espèce de passage offrant par ses plantations latérales tous les avantages des jardins publics, sauf les dimensions. C'est là une transformation heureuse qui pourrait recevoir, dans un temps donné, son application dans d'autres parties de la ville où la largeur du canal à recouvrir serait assez grande, comparativement à la hauteur des maisons riveraines, pour permettre au soleil d'y pénétrer large-

ment et d'en chasser l'humidité qui, sans cela, tendrait à s'y maintenir ; mais il faudrait bien se garder d'étendre cette mesure aux canaux à petites sections qui sillonnent la ville de Lille en tous sens.

§ VI

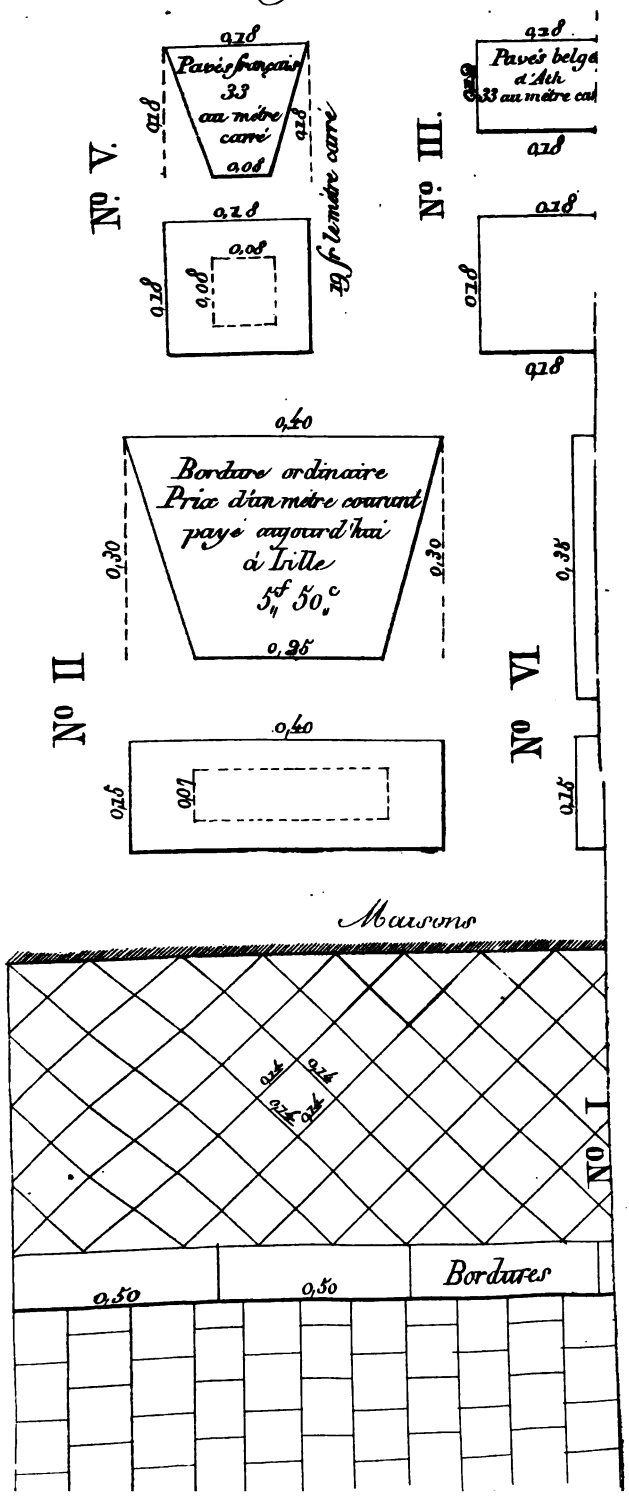
Des trottoirs en larges dalles, en pavés semblables à ceux des rues, en pavés équarris, en asphalte, etc.

Les trottoirs, ainsi que nous l'avons dit, sont indispensables à la sécurité des piétons qu'ils protégent contre les roues des voitures, à la salubrité des rez-de-chaussée qu'ils soustraient à la boue et à l'humidité, et nécessaires aussi à la solidité de la chaussée à laquelle ils servent de contre-fort. Cependant, bien que les avantages qu'ils procurent soient généralement appréciés, peu de villes en France en sont entièrement pourvues, et à Paris même, ce n'est que depuis que les chaussées fendues ou à *thalweg* central ont été remplacées par les chaussées bombées avec deux ruisseaux latéraux, qu'on a commencé à en établir le long des maisons et seulement dans les rues les plus fréquentées.

Les trottoirs, pour être commodes, doivent avoir une certaine largeur, que nous avons fixée à 1 mètre 50 centimètres au minimum (Voir page 18). Ils doivent être un peu plus élevés que l'axe de la chaussée et présenter, dans leur disposition, une pente légère vers le ruisseau, afin de faciliter l'écoulement de l'eau, et préserver le mur et les fondations des maisons de toute infiltration et de toute humidité. Leur bordure fera une saillie de 0^m 15 c. au plus au-dessus du fil d'eau; une hauteur plus grande exposerait les piétons à des chutes et à des accidents; le fil d'eau lui-même sera établi contre le trottoir sans pavé de revers.

On a construit dans certaines villes, à Paris entre autres,

Indication et formes des divers



des ruisseaux à encorbellement, situés sous la saillie de la bordure ; s'ils ont l'avantage de préserver les passants de l'éclaboussure des voitures, ils ont l'inconvénient de coûter fort cher et d'exiger une surveillance de chaque instant pour prévenir leur engorgement, surtout en hiver, en temps de neige et de gelée. Pour ces raisons nous préférons les ruisseaux à ciel ouvert, surtout dans les grandes rues où la circulation des voitures est généralement facile.

Pour rendre l'usage des trottoirs agréable aux piétons, il faut qu'ils soient établis de façon à présenter une surface parfaitement plane, sans être pour cela trop glissante.

Les tuyaux en fonte destinés à conduire les eaux ménagères et pluviales, etc, dans le fil d'eau, seront construits dans leur épaisseur et ne présenteront aucune saillie au dehors. Pour empêcher l'obstruction de ces conduits, qui a lieu fréquemment aujourd'hui, nous pensons qu'il suffirait de leur donner la forme que nous indiquons sur le croquis ci-joint, n° I.

Toute entrée de porte cochère sera, autant que possible, au même niveau que le trottoir, afin d'éviter les chutes qu'occasionnent les pentes trop prononcées qui existent souvent dans ces endroits.

Pour arriver à donner à la surface des trottoirs les qualités nécessaires à un bon usage, on a essayé successivement plusieurs espèces de matériaux, à savoir :

Les larges dalles;

Les pavés semblables à ceux des rues ;

Les pavés équarris ;

Le ciment de Boulogne, dit *portland*.

Nous allons examiner brièvement ces divers matériaux :

1° Les larges dalles, outre qu'elles sont très-glissantes en hiver, ont l'inconvénient de se fendre facilement, de s'user promptement et d'une manière irrégulière, de sorte qu'il se

forme des *flaches* dans lesquelles l'eau séjourne plus ou moins longtemps, et finit par déchausser les dalles voisines ; du reste, cette espèce de pierre n'est employée à Lille que rarement et pour le pavage des trottoirs très-larges. Outre les inconvénients que nous venons d'énumérer, ces dalles coûtent fort cher, 25 fr. au moins par mètre carré.

2° Les pavés semblables à ceux des rues et non piqués, même de bonne qualité, nous semblent également devoir être rejetés, parce qu'ils rendent le trottoir inégal, la marche difficile et fatigante. Après la pluie, ils conservent l'eau dans leurs solutions de continuité et restent longtemps humides et boueux.

3° Les grès équarris, au contraire, français ou belges (Ath), de première qualité, paraissent convenir parfaitement. Beaucoup plus résistants que les grandes dalles, ils offrent l'avantage de laisser entre eux peu d'interstices quand ils sont posés soigneusement et n'exigent que peu d'entretien. Il est indispensable toutefois, quel que soit l'échantillon que l'on adopte, que les pavés aient tous la même forme et les mêmes dimensions. Ceux que l'on emploie le plus souvent à Lille pour les trottoirs ont 16 à 18 c. de côté sur 10 à 12 c. de hauteur. Un mètre carré, posé à la cendrée hydraulique, coûterait 14 fr. pour les pavés français et 9 fr. pour les pavés belges (Ath).

4° L'asphalte granitique est un autre système qui demande peu de réparations et qui peut faire concurrence aux grès équarris ; sa surface unie procure à l'eau un écoulement facile, se sèche très-promptement après la pluie. Il sera recherché pour les trottoirs qui longent les boulevards, les monuments, les jardins publics et les rues à grande circulation. Nous recommandons au même titre le ciment de Boulogne, dit *portland*, qui est beaucoup moins cher et a été expérimenté avec succès à Arras.

Dans quelques communes annexées à Lille, on s'est servi de briques posées sur champ ; quoique assez résistantes, elles ne

peuvent soutenir la comparaison avec les matériaux dont nous venons de parler.

Les bordures de trottoirs (n° II du croquis), généralement adoptées à Lille, présentent en longueur 0m 40 c. à la tête et 0m 25 c. à la queue; en largeur 0m 15 c. à la tête et 7 à 8 à la queue sur 0m 30 c. à 0m 35 c. de hauteur; ainsi taillées et placées verticalement, elles n'ont pas assez de résistance à la queue, et s'inclinent facilement vers le fil d'eau, comme on le remarque dans presque toutes les rues, et exposent les passants inattentifs à des chutes fréquentes et dangereuses.

Comme résumé et conclusion, nous dirons que l'on établira des trottoirs solides, commodes et économiques, en faisant choix des matériaux dont la désignation suit :

1° Pavés d'Ath (Belgique) 1re qualité (nos III et IV du croquis).
2° Pavés piqués des carrières françaises (n° V, id.).
3° Bordures de Quenast (Belgique) ou de France (n° VI, id.).
4° Ciment de Boulogne, dit *portland*.

Nous insistons fortement en faveur des pavés d'Ath (n° IV), parce qu'ils nous paraissent réunir toutes les qualités désirables et qu'ils présentent une économie notable sur tous les autres. On peut, au surplus, juger de leur bon usage dans les villes de Roubaix, Tourcoing et Arras où ils sont spécialement employés. Dans cette dernière ville, ils sont posés en lignes diagonales : cette disposition est préférable, en ce sens qu'elle flatte l'œil agréablement et présente plus de résistance aux pieds des promeneurs.

Mais, quelle que soit d'ailleurs l'espèce de matériaux dont on fera usage, nous voudrions que, par arrêté administratif, les propriétaires fussent tenus de les faire poser sur une couche de béton et rejointoyer, selon les règles de l'art, à la cendrée, de manière à empêcher toute infiltration dans le sol et éviter des réparations fréquentes et toujours onéreuses.

Tout en conseillant l'emploi des pavés, nous croyons que l'on pourrait avec avantage faire usage du ciment de Boulogne, car, d'après ce que nous avons vu par nous-mêmes à Arras, et les renseignements que nous avons recueillis auprès d'un haut fonctionnaire (1) de cette ville, en position d'apprécier la valeur de ce ciment, nous pouvons affirmer que, lorsqu'il est employé en bonne saison, bien préparé et placé surtout sur une couche de béton, il offre une solidité parfaite, résiste aux effets des plus fortes gelées et présente une économie de plus de moitié sur le prix des pavés. Voici, au surplus, ce que coûte un mètre carré :

Revêtement calculé sur une épaisseur de quatre centimètres de ciment.	4	»
Béton, dix centimètres d'épaisseur	1	50
Total	5	50
Le prix du mètre carré de trottoirs en asphalte de quinze centimètres d'épaisseur sur dix de béton, coûte	6	90

Dont 1 franc 50 centimes pour béton et 5 francs 40 centimes pour asphalte.

Quant aux bordures, il nous paraît aussi très-utile de les poser sur une bonne couche de béton et de les rejointoyer à la cendrée; elles devront, avant ce rejointoiement, être fortement affermies à l'aide d'une *dame* de paveur.

Maintenant que nous avons parlé des trottoirs, disons quelques mots de l'établissement de la chaussée, bien que cette question soit en dehors du programme : mais elle est si intimement liée à la bonne confection des trottoirs, qu'il nous a paru difficile de la passer sous silence.

---

(1) M. Davaine, ingénieur en chef, à Arras.

La forme généralement adoptée aujourd'hui dans les grandes villes est celle dans laquelle la chaussée est un peu bombée au centre avec deux ruisseaux latéraux établis le long des trottoirs. Cette disposition a pour objet d'éloigner les unes des autres les roues des voitures qui se croisent continuellement dans les rues très-fréquentées, et d'empêcher les accidents qui se produisaient assez souvent lorsque les rues étaient à *thalweg* central ; de plus, elle facilite l'écoulement des eaux pluviales et ménagères, alors surtout qu'il existe une pente suffisante (0,01 par mètre), vers la bouche d'égout ; l'asséchement de la rue est aussi plus rapide.

Pour la confection des chaussées on a adopté, dans ces dernières années, deux modes différents : le pavage et l'empierrement. Le premier mode est généralement suivi dans les villes, et particulièrement à Lille, dont le sol ne se prêterait guère à l'empierrement.

Le pavage s'exécute avec des grès de provenance, de formes et de dimensions diverses, *juxta-posés* de manière à donner une surface assez unie pour faciliter le roulement des voitures, sans nuire cependant à la marche des chevaux. Pour obtenir ce résultat, il faut que les pavés soient parfaitement rectangulaires et dressés de manière à ne présenter aucune bosse ou *flache* de plus d'un centimètre de saillie ou de creux.

Les chaussées établies en pavés de notre pays sont loin de pouvoir rivaliser, pour la solidité, avec celles construites en pavés de Quenast (Belgique) qui, outre l'avantage de durer dix fois plus longtemps que les premiers, ont encore celui de n'exiger, une fois la chaussée bien assise, que peu ou point d'entretien, comme nous allons le démontrer.

Les pavés français, au contraire, sont généralement tendres, de peu de durée et sont d'un entretien ruineux.

Pour prouver par des faits authentiques l'exactitude de la comparaison que nous faisons de ces deux espèces de matériaux, il nous suffira de rappeler que l'on a employé à Lille, à des épo-

ques peu éloignées encore (vingt ans au plus), une quantité considérable de pavés de premier échantillon, des carrières de Béthune, Arras, etc., dans les rues *Neuve*, *Royale*, de *Gand*, de *Roubaix*, de *Béthune*, de *Paris*, de la *Barre*, de la *Grande-Chaussée*; qu'un grand nombre de ces pavés ont dû, au bout de dix ans, être remplacés, et que plus d'un tiers des autres sont arrivés aujourd'hui à un état de pourriture (1) si avancée, tant ils sont spongieux et retiennent l'eau, qu'avant peu de temps il faudra les renouveler (2).

Avec les pavés bleus de Quenast, dont les prix ne sont pas plus élevés que ceux de notre pays, ces graves inconvénients n'ont pas lieu.

En effet, il y a dix-huit ans environ que, sous l'habile direction de M. Davaine, ingénieur de l'arrondissement de Lille, actuellement ingénieur en chef à Arras, le premier essai de pavage, avec des pavés belges, a été fait à Roubaix, sur la route départementale n° 14 (3), de Lille à Courtrai, en face de l'établissement du gaz, sur une longueur de deux cents mètres, sans que, jusqu'ici, un seul de ces pavés ait dû être remplacé. Cet avantage, déjà considérable, n'est pas le seul : nous pouvons affirmer que l'entretien (4) de ces deux cents mètres n'a pas

---

(1) Ces pavés, par un temps brumeux, deviennent noirs, signe certain qu'ils sont de mauvaise qualité.

(2) Nous ne craignons pas d'avancer qu'avant dix ans les pavés neufs placés cette année dans la rue Royale et dans la nouvelle rue, près l'église Saint-Maurice, devront, en majeure partie, être remplacés pour cause de *pourriture*.

(3) La surveillance des travaux de cette route était alors confiée à M. Tancrez, conducteur des ponts-et-chaussées, actuellement en retraite.

(4) A Lille, il est très-rare de voir un ouvrier occupé à réparer la chaussée établie en pavés de Belgique, il y a une dizaine d'années, entre les rues de Tenremonde et des Manneliers.

coûté, en moyenne, vingt francs par an, tandis que si cette même chaussée eût été établie en pavés du pays, la dépense annuelle pour entretien, tant en matériaux qu'en main-d'œuvre, se fût élevée, en moyenne, d'après la statistique de ladite route, à 80 fr., ce qui constitue un supplément de dépense d'entretien annuel de 60 p. °/₀ en plus. Cette différence nous dispense de tous commentaires.

Après avoir fait ressortir, par des faits irrécusables et que l'on peut vérifier, l'économie considérable qui résulte de l'emploi des pavés de Quenast, nous devons faire connaître les inconvénients qu'on leur reproche.

D'après les renseignements que nous avons recueillis à ce sujet, il paraît qu'ils ont le désagrément d'être un peu glissants aux pieds des chevaux et d'occasionner leur chute, seul motif pour lequel, nous a-t-on dit, l'administration a cru devoir en proscrire, à l'avenir, l'emploi dans les traverses des villes et des communes, et de faire remplacer ceux qui s'y trouvent déjà pour les utiliser en rase campagne où, semblerait-il, cet inconvénient n'a pas lieu au même degré.

Loin de nous la pensée de nous élever contre cette mesure ; seulement il nous semble qu'il serait peut-être possible d'obvier, du moins en partie, à cet inconvénient : pour cela il faudrait ne pas exiger une taille aussi fine que celle que l'administration a jusqu'ici réclamée. En effet, il est à notre connaissance personnelle qu'à Douai, par exemple, on a, il y a une douzaine d'années, pour le pavage à neuf d'une rue, poussé cette taille si loin que la chaussée était aussi unie que le parquet d'un salon; de telle sorte que la circulation des chevaux y était presque impossible ; aussi a-t-il fallu faire remplacer ces matériaux par ceux du pays, et c'est à dater de cette époque que les pavés de Quenast acquirent la réputation d'être glissants.

Quoi qu'il en soit, nous pensons que semblable inconvénient n'arriverait pas si ces pavés, au lieu d'être aussi unis, présen-

taient à leur surface des aspérités un peu prononcées, mais ne dépassant pas un centimètre. Nous ferons remarquer, d'ailleurs, que des chutes de chevaux et des accidents avaient lieu également sur toutes les routes avant que l'on y employât les pavés de Belgique.

En résumé, nous croyons avoir établi par des chiffres d'une rigoureuse exactitude, qu'il y a lieu, pour les autorités administratives, d'examiner sérieusement, aujourd'hui plus que jamais, au double point de vue de l'économie et de la solidité, l'importante question du choix des matériaux qui doivent entrer dans la confection de nos voies de communication.

Avant de terminer ce chapitre, disons un mot sur le remploi des vieux matériaux. Cette question a aussi son actualité.

Lorsque des parties de chaussées doivent être relevées à bout avec des pavés ayant déjà servi et un peu déformés, l'emploi, par portions égales de sable de Saint-Omer (Fontinettes), de cendre et de chaux hydraulique de Tournai éteinte en poudre, devrait être préféré au sable seul (1). Ce mode de pavage, que nous avons expérimenté, une fois bien affermi, a l'avantage d'empêcher la filtration de l'eau à travers les joints; de maintenir la surface en bon état et de n'exiger, pendant de longues années, que peu d'entretien. Les pavés, bien retaillés, vérifiés avec soin avant leur mise en œuvre, tous de même échantillon, de même nature, et surtout de même hauteur, devront être bien serrés et placés diagonalement par rapport à l'axe de la chaussée, comme nous le proposons pour les trottoirs.

Le mélange de chaux et de sable sera surtout d'une grande efficacité pour le remploi des petits grès existant en très-grand nombre dans les rues de Lille agrandie qui sont à remanier, mais

(1) L'épaisseur de la couche de ce mélange, sous le pavé, ne devra jamais être inférieure à 20 centimètres d'épaisseur.

ici, pour que le travail fût bon, il faudrait prescrire une interruption de circulation du gros roulage pendant une dizaine de jours, et défendre de reprendre, pendant ce même laps de temps, le balayage sur la portion de chaussée ainsi renouvelée ; de cette manière le sable que l'on répand sur le pavé atteindrait le but que l'on se propose dans son emploi. Toutes les fois que ce système de pavage aura lieu, il sera nécessaire de faire entretenir la chaussée à la pince, sans aucune interruption, jusqu'à parfaite consolidation.

Telles sont les données sur lesquelles nous nous appuyons pour la bonne confection des chaussées, aux moindres frais possibles, car le renchérissement toujours croissant des matériaux neufs, par suite de la pénurie qui s'en fait sentir, est une cause qui, à elle seule, doit déterminer l'administration à chercher à tirer le parti le plus avantageux des vieux pavés. Qu'elle essaie donc de ce moyen, et nous sommes convaincus qu'elle s'en trouvera satisfaite. D'ailleurs, une expérience comparative pourrait être tentée dans une des rues de l'ancien-Lille, sans une bien grande dépense.

Nous pourrions nous étendre beaucoup plus sur l'importante question du pavage, que nous n'avons qu'effleurée, mais nous croyons devoir nous borner à ces simples indications, ce sujet étant, comme nous l'avons dit, en dehors du programme.

§ VII.

Des canaux couverts ou non couverts.

Si les fleuves et les rivières qui traversent les villes, et dont les eaux coulent avec rapidité dans un lit profond et encaissé sont, en dehors des avantages qu'ils procurent au commerce, une des causes contribuant le plus, d'une part, au renouvellement de

l'atmosphère qui l'environne, en établissant un courant qui entraîne sans cesse la masse d'air recouvrant leur surface, et de l'autre à l'assainissement des cités, en offrant aux municipalités un moyen souvent facile de se débarrasser des immondices en y faisant aboutir les égouts, il n'en est pas de même des canaux étroits et peu profonds. Ceux-ci tiennent le milieu, en quelque sorte, entre les rivières ordinaires et les eaux stagnantes des marais, surtout quand ils se ramifient à l'infini et ne sont alimentés que par des cours d'eau d'un débit insuffisant. On est alors obligé de retenir leurs eaux par des écluses, afin de relever leur niveau, mais en même temps on nuit à la salubrité. En effet, les canaux produisent et entretiennent en tout temps une humidité constante dans les habitations dont ils baignent les murs ; de plus, en automne et en hiver, ils sont couverts de brouillards épais qui pénètrent partout; en été ils laissent, par suite de l'abaissement de leur niveau, dégager, sous la forme de bulles, des gaz infects produits par la décomposition de la vase qui en recouvre le fond, et celles des substances organiques végétales ou animales qu'ils tiennent en dissolution dans leurs eaux. Dans cette dernière condition, ils ressemblent à des égouts à ciel ouvert et en présentent tous les inconvénients.

Si nous comparons la ville de Lille avec toutes les autres grandes cités de France, nous la trouvons dans des conditions d'infériorité, sous le rapport des cours d'eau qui la parcourent. Tandis que celles-là sont toutes, sans exception, situées sur les bords d'un fleuve qui peut leur fournir de l'eau en abondance et les débarrasser des résidus de l'industrie et des eaux ménagères au moyen d'un système d'égouts bien coordonné, celle-ci repose sur un terrain plat et marécageux, coupé dans toute son étendue par de nombreux canaux, derniers vestiges des agrandissements successifs qu'elle a subis à des époques très-reculées, au fur et à mesure que sa population s'accroissait. Cette situation, à laquelle il sera bien difficile de porter un

remède radical, est la principale source de l'insalubrité qu'on observe dans certains quartiers.

L'insuffisance du débit de la Deûle, signalée déjà dans le remarquable travail de M.Th. Lestiboudois (1), et la mauvaise direction de la ligne de navigation qui ne fait, pour ainsi dire, que côtoyer l'enceinte; le ralentissement du cours des eaux par suite de la multiplicité des canaux qui se joignent souvent à angle aigu et présentent çà et là des impasses; enfin, la situation défectueuse du moulin Comtesse qui ne sert qu'à balayer un seul canal, celui qui entre en ville par la rue de la Baignerie, favorisent aujourd'hui l'accumulation de la vase dans le lit des nombreux canaux de la ville et le dégagement des émanations insalubres qui font tant redouter leur voisinage dans certaines saisons de l'année. L'hydrogène sulfuré qui forme, sinon la totalité, du moins la majeure partie de ces exhalaisons, est quelquefois si considérable, qu'il noircit les peintures et ternit les batteries de cuisine. Il est même certains quartiers où les provisions mises en réserve s'altèrent promptement sous l'influence de son action. A de pareils inconvénients quels remèdes apporter? Plusieurs moyens ont été proposés avec des chances diverses d'être acceptés. Parmi ceux-ci, nous pouvons ranger :

1° Le comblement des canaux;

2° Leur rétrécissement avec établissement d'un radier en briques de champ et murs de soutènement, afin de rendre leur courant plus rapide et empêcher les atterrissements.

3° Enfin, leur recouvrement dans l'étendue de leur parcours dans la ville.

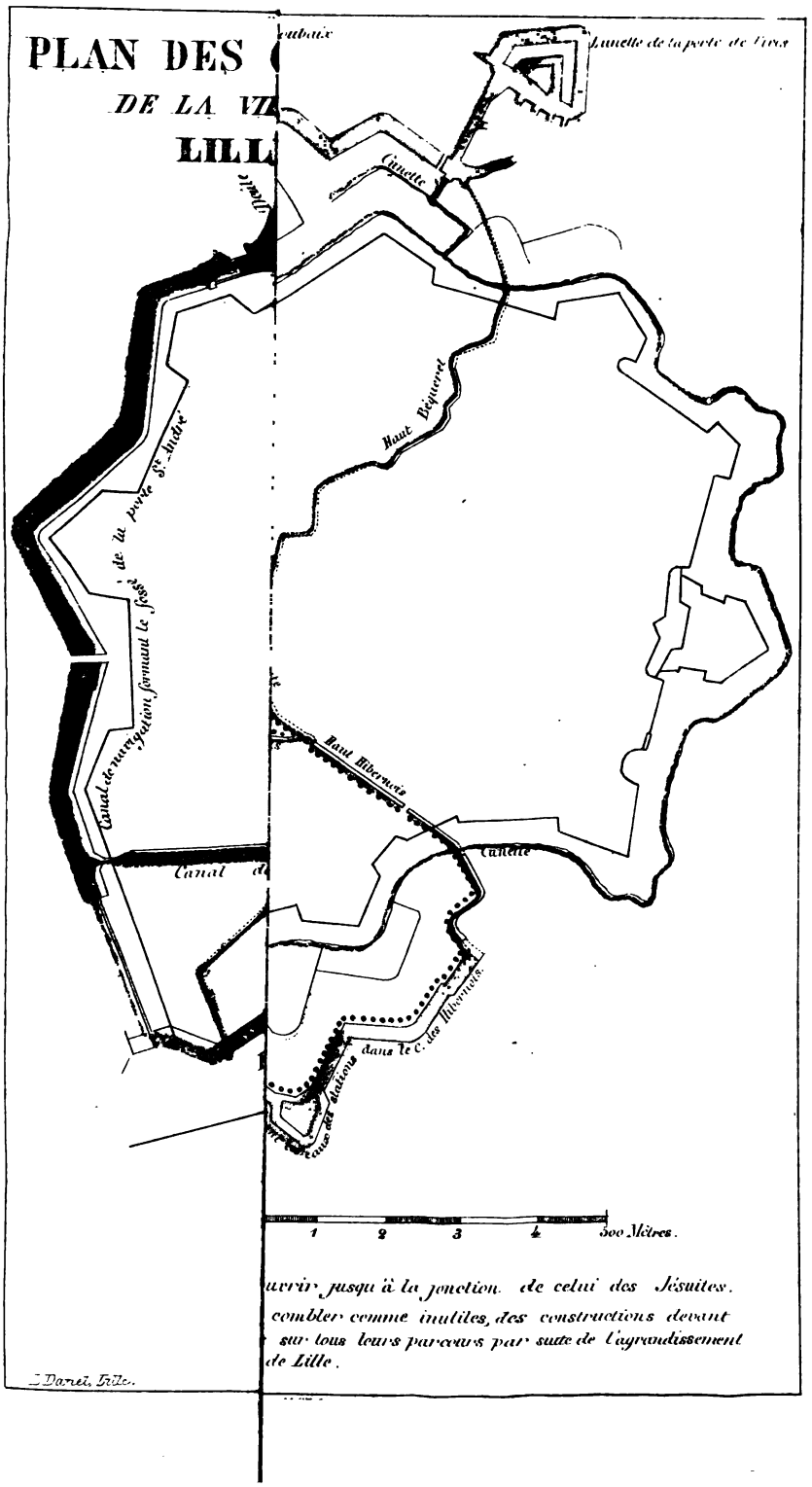
Examinons ces trois moyens :

Le comblement des canaux serait un moyen radical et pré-

(1) Volume IX des mémoires de la Société des Sciences, année 1833, 3e partie, page 9.

férable aux autres s'il était possible de le mettre à exécution; mais il faut observer que les canaux, à Lille, servent à l'industrie, de temps immémorial, et qu'ils sont de plus une voie d'écoulement aux eaux qui proviennent non-seulement de la Deûle, mais encore des communes annexées, telles que Fives, Moulins-Lille, Wazemmes et Esquermes. Nous ferons remarquer cependant *qu'il serait facile à l'administration d'en faire disparaître* quelques uns, dans un temps très rapproché, et de mettre les quartiers qu'ils traversent, à l'abri des émanations qui s'en dégagent dans certaines saisons de l'année et des fièvres intermittentes qu'elles engendrent. Il nous suffit de jeter les yeux sur la carte de Lille agrandie : nous y trouvons, en effet, figuré le canal des stations dans tout son parcours, et nous remarquons que ses eaux, pour arriver au canal des Molfonds, à la hauteur du N° 30 de la rue de Béthune, sont forcées de contourner les fortifications de l'ancienne enceinte jusqu'à l'écluse des Hibernois pour se jeter dans ce canal avec les eaux ménagères et industrielles de Moulins-Lille et gagner la rue de Béthune; or, dans ce trajet, elles ne servent à aucune industrie.

D'après les indications fournies par M. l'Ingénieur de la voirie, les eaux provenant de la commune des Moulins devront, dans un temps très rapproché, se rendre, au moyen des égouts, dans le grand aqueduc collecteur. Dès ce moment le canal des Hibernois ne leur sera d'aucune utilité; il ne recevra que les eaux du canal des Stations, qui trouveront un écoulement bien plus direct et plus facile par leur jonction au moyen d'un aqueduc de cent à cent-cinquante mètres de longueur, avec les eaux du canal des Molfonds au moment où il s'engage sous l'hôpital-militaire. Par cette amélioration, il serait possible d'obtenir un courant rapide dans le canal des Molfonds, parce que celui des Stations est en Haute-Deûle, tandis que la cunette et le bâtardeau sont à deux mètres en dessous, c'est-


PLAN DES
DE LA VI
LILL
Lunette de la porte de Fives
Cunette
Haut Béguinet
Canal de navigation formant le fossé de la porte St André
Haut Hibernie
Cunette
Canal d
dans le C. des Hibernies
1
2
3
4
500 Mètres.
uvrir jusqu'à la jonction de celui des Jésuites.
combler comme inutiles, des constructions devant
sur tous leurs parcours par suite de l'agrandissement
de Lille.
J. Danel, Lille.

à-dire en Moyenne-Deûle. Dès lors on supprimerait du même coup, en les comblant, *huit à neuf cents mètres de canaux* que la ville devrait nécessairement faire voûter à grands frais (1), quand elle sera en possession des terrains des fortifications, et la portion de canal, désignée sous le nom de Riviérette, qui réunit le canal des Hibernois au bas du Becquerel (2).

Le second moyen, celui du rétrécissement, a été proposé et défendu par quelques personnes qui s'occupent des améliorations à apporter au régime de nos canaux intérieurs; mais outre que ce moyen coûterait fort cher, il ne mettrait pas les riverains, pendant les grandes chaleurs de l'été, à l'abri des émanations infectes qui s'en dégagent continuellement, et d'ailleurs, l'expérience est là pour le prouver : Une partie du canal du pont de Flandre a été rétrécie entre le pont Saint Jacques et la rue de Gand; le courant n'est pas plus rapide là qu'ailleurs, et les gaz s'en échappent encore comme auparavant, sous forme de bulles. Les chasses sur l'efficacité desquelles certaines personnes semblent compter, seraient loin aussi de produire, comme l'a si bien démontré M. Lestiboudois, les effets qu'elles en attendent, et ne sauraient empêcher l'accumulation de la vase noire, épaisse et fétide qui couvre le fond de nos canaux.

Comme dernier moyen, il nous reste à examiner le recouvrement successif de tous les canaux.

Ce travail, heureusement exécuté pour quelques canaux signalés pour leur insalubrité, doit engager l'administration à

---

(1) Le recouvrement du canal des Sœurs-Noires a coûté 305 fr. 64 c. par mètre courant, ou 152 fr. 82 c. pour chaque riverain.

(2) Voir le plan des canaux de la ville de Lille, sur lequel nous indiquons, par un pointillé noir, les parties à combler, soit 900 mètres × 305 fr. 64 c. = 275 276 fr. ; qu'il est facile à l'administration d'économiser en faisant disparaître une grande cause d'insalubrité.

poursuivre, par tous les moyens possibles, l'exécution de ce système, surtout pour tous les petits canaux qui traversent les quartiers populeux et y portent, pendant une grande partie de l'année, l'infection dont nous avons déjà parlé. Ce travail aurait aussi l'avantage de tenir les eaux à une température plus basse que celle qu'elles acquièrent quand elles coulent à ciel-ouvert; il ralentirait la fermentation des matières organiques qu'elles contiennent en suspension ou en dissolution, et empêcherait les riverains d'y jeter toutes sortes d'immondices, comme cela a lieu dans l'état actuel des choses. On craint, il est vrai, que les gaz qui pourraient encore se dégager après le voûtage ne vinssent à se répandre sur certains points par les extrémités de la voûte; mais cette crainte, toute fondée qu'elle soit, n'aurait plus d'objet après un voûtage général, d'autant plus que l'on pourrait établir, de distance en distance et dans les endroits les plus convenables, des cheminées d'appel s'élevant au-dessus des habitations voisines pour l'évacuation continuelle de ces gaz.

Pour nous résumer, nous dirons que si les rivières où les eaux coulent avec rapidité et ne reçoivent aucun produit qui puisse en altérer la pureté, concourent à la salubrité des villes et doivent être à ciel-ouvert, surtout si elles sont séparées des habitations par des quais plantés d'arbres; il n'en saurait être de même des canaux semblables à ceux qui existent dans Lille, et que le moyen le plus efficace d'atténuer leurs inconvénients, est d'en opérer le recouvrement.

§ VIII.

Des bouches d'égout dites hermétiques ou ouvertes.

Dans les temps les plus reculés, les peuples réunis en société et agglomérés dans les villes sur une étendue de terrains assez rétrécie, ont senti la nécessité de se débarrasser des eaux plu-

viales, ménagères et industrielles, sous peine de voir les populations décimées par les épidémies. Ils construisirent, dans ce but, des aqueducs. Les Romains en avaient de superbes, dignes de l'admiration du monde, et les vestiges que l'on en retrouve attestent jusqu'à quel degré de perfection ils avaient poussé, sous Auguste, ce genre de construction. Les peuples modernes ont bien tardé à les suivre dans cette voie, aussi il est peu de grandes villes aujourd'hui qui soient pourvues d'un bon système d'égouts.

Les égouts, comme les latrines, répondent à un des premiers besoins de l'hygiène municipale et doivent attirer toute l'attention d'une administration prévoyante et tutélaire, car autant ils peuvent être salutaires à l'hygiène d'une cité, s'ils sont bien construits et bien entretenus, autant ils peuvent être nuisibles par les gaz délétères qu'ils laissent échapper à chaque instant du jour s'ils sont mal disposés et curés trop rarement. Il n'entre pas dans notre sujet d'indiquer la manière dont les égouts doivent être construits; disons seulement qu'ils doivent être assez grands pour recevoir, outre les eaux ménagères et industrielles, la quantité d'eau que peuvent fournir en peu de temps, les pluies d'orage, suivant la contrée; que leur pente doit être aussi prononcée que possible pour permettre aux liquides de s'écouler facilement, et entraîner les matières solides qui auraient de la tendance à s'accumuler dans leur intérieur et à les engorger; qu'il faut que les pieds-droits et leur radier, construits en pierres dures, soient rejointoyés à la chaux hydraulique pour prévenir toute infiltration dans le sol; qu'ils doivent enfin avoir des dimensions, en hauteur et en largeur, telles qu'un homme puisse les parcourir sans trop se baisser. Quelle que soit leur disposition intérieure, les égouts doivent présenter des ouvertures pour l'extraction de la vase lors de leur curage et pour l'introduction des eaux qui doivent s'y déverser.

Dans les villes où il existe encore des chaussées fendues ou à *thalweg* central, la même ouverture, appelée *regard*, placée dans le ruisseau, de distance en distance, peut servir facilement à ces deux fins, mais dans les rues à chaussée bombée, on a établi deux sortes d'ouvertures, des *regards* au centre de la rue, et des bouches d'égout dans les ruisseaux latéraux pour l'écoulement des eaux.

Les hygiénistes, pour le plus grand nombre du moins, recommandent de fermer les *regards* avec une grille à jour, afin de faciliter le renouvellement de l'air de ces conduits souterrains et empêcher le méphitisme de s'y produire, ils condamnent comme défectueux les disques pleins en fonte qui sont en usage dans plusieurs villes, et à Lille particulièrement. Nous ajouterons aussi que là où les *regards* à grille sont adoptés, les cuvettes hermétiques, pour les bouches d'égout, deviennent inutiles, puisque le dégagement des odeurs qu'elles sont destinées à prévenir peut s'effectuer par les premières ouvertures.

Mais, en hygiène comme en toute autre chose, il faut, dans l'application des données théoriques, tenir compte des exigences des localités et de certaines situations fâcheuses que l'administration la mieux intentionnée ne peut surmonter en un jour, et qu'elle doit subir forcément jusqu'à ce qu'elle ait pu satisfaire à des besoins plus impérieux.

A Paris, par exemple, et dans d'autres localités, non-seulement les égouts présentent la pente convenable pour l'écoulement rapide des immondices délayées par les eaux abondantes que les bornes-fontaines, placées dans les rues, déversent à des heures déterminées dans les ruisseaux, mais encore leurs dimensions convenables permettent aux hommes chargés de leur entretien, de prévenir leur engorgement en poussant les matières solides avec un *ringard* ; dans ces conditions, la décomposition des matières organiques que contiennent les égouts est très-modérée, et un courant d'air établi au moyen des bouches d'égout

et des *regards* grillés de la rue, chasse le peu de gaz qui pourrait s'y former sans nuire à la salubrité de la rue.

A Lille, au contraire, les égouts construits successivement ça et là, suivant les besoins et sans plan préalablement arrêté, n'ont point, pour la plupart, la capacité, la hauteur et la pente appropriées à l'usage auquel on les destine, leur curage complet devient, par cela même, impossible; de plus, près des bouches de ces égouts il existe des espèces de *cuvettes* creusées en contre-bas du radier qui retiennent une certaine portion des matières les moins liquides, composées en grande partie d'azote et d'albumine. En été, et dans les temps où la pluie est rare, elles subissent rapidement, faute de curage fréquent, la décomposition putride, et donnent lieu à un dégagement abondant de gaz qui, respirés par l'homme ou les animaux, peuvent produire des accidents et quelquefois la mort, ainsi que l'a prouvé le docteur de Pietra Sancta (1).

La'ir vicié qui s'échappe en abondance par nos bouches d'égouts, dont les cuvettes fonctionnent mal, porte l'infection dans les maisons voisines et engendre de nombreuses maladies. Dans une pareille situation, il faudrait bien se garder de faire arriver directement les eaux ménagères et autres dans les égouts par des canaux souterrains partant de chaque maison, car ces derniers faciliteraient bientôt le moyen de faire passer, clandestinement, dans ceux-là, le contenu des fosses d'aisance aux époques de l'année où les cultivateurs, retenus par les travaux de la campagne, ne peuvent en débarrasser complètement les habitants. Une pareille tolérance aggraverait sensiblement le mal que nous venons de signaler, surtout dans une ville où il

---

(1) L'analyse chimique a démontré que l'air des égouts contient de l'acide carbonique, beaucoup d'hydrogène sulfuré et très-peu d'oxygène; la majeure partie ayant servi à la combustion des matières organiques.

n'existe pas encore de distribution d'eau pour opérer un lavage complet des ruisseaux et des égouts.

Pour atteindre le but que nous nous proposons, c'est-à-dire empêcher les exhalaisons méphitiques de se produire, on a eu recours à divers appareils. A Nantes, à Rouen, etc., plusieurs de ces appareils ont été essayés, sans donner les résultats qu'on en attendait. L'un, proposé à Rouen par le sieur Vauquelin, consistait en une porte en tôle fixée à l'intérieur de la bouche d'égout à l'aide d'une charnière libre, ou par deux tourillons placés sur les côtés, de manière à tenir une position perpendiculaire par le fait seul de son poids et à céder à la moindre pression produite sur elle par la chasse de l'eau; mais cet appareil, comme cela a été bien vite reconnu, n'empêchait pas les vapeurs méphitiques de s'échapper, chaque fois que l'eau s'écoulait et que les matières solides entraînées avec ces eaux s'opposaient à la fermeture complète, en s'interposant entre elle et le rebord du ruisseau. Avec les appareils à syphon, tels qu'il en existe à Lille et à Metz, ces craintes n'existent plus, pourvu que ces appareils soient bien encaissés dans l'épaisseur du trottoir et ne présentent entre eux et la maçonnerie qui les entoure, aucune ouverture par laquelle les gaz puissent s'échapper.

Ces appareils, construits pour la plupart sur le modèle de celui de Desparcieux, permettent à l'eau de s'écouler sans que l'air puisse se répandre dans le milieu d'où l'eau est sortie, et si des matières plus ou moins épaisses et solides se déposent au fond de l'auge, on peut les retirer facilement. Du reste, on éviterait cet inconvénient en plaçant à l'orifice externe de la cuvette, une grille dont les barreaux seraient écartés seulement de 4 à 5 millimètres. Mais comme par suite de l'emploi des appareils à syphon les émanations fétides doivent se concentrer dans l'égout, il faut établir, pour leur dégagement, des tuyaux d'évent s'élevant dans les rues et placés, de distance en distance, sur le parcours des égouts. Avec ces tuyaux, il sera facile, lorsqu'il

s'agira de curer un égout, d'établir, en enlevant complètement le disque du *regard* le plus voisin, un courant d'air qu'on pourra activer au moyen d'un fourneau placé à la partie inférieure du tuyau d'évent.

Par ces considérations, nous pensons donc que s'il est des circonstances où il est préférable, utile même, de laisser les égouts complètement libres de tout appareil hermétique, c'est lorsqu'ils présentent dans leur construction toutes les conditions exigées par les lois de l'hygiène; il en est d'autres, et nous appelons sur ce point l'attention des hygiénistes, où il est prudent de s'opposer à la sortie des gaz qu'ils contiennent et à leur dispersion à la surface du sol des rues, et de chercher, par des dispositions toutes particulières, à les porter au-dessus des habitations où ils pourront plus facilement se mélanger à une grande quantité d'air et perdre leur propriété délétère.

§ IX.

De la dissémination sur divers points de la ville, ou de la réunion au pourtour d'une grande place centrale des édifices publics, tels que la Mairie, la Préfecture, le Quartier-Général, le Beffroi, le Théâtre, le Palais-de-Justice, la Salle des Concerts, etc.

Les places publiques, nous l'avons dit plus haut, importent beaucoup à la salubrité d'une grande ville ; il faut les multiplier autant que possible et les grouper à des distances convenables autour d'une vaste place centrale. L'importance et la convenance d'une semblable disposition ressortent de la nécessité de fournir à tous les habitants, mais surtout aux jeunes enfants et aux vieillards, une promenade dont ils puissent jouir sans trop de déplacement, car, en général, les enfants sont trop sédentaires

dans les grandes agglomérations, et leur constitution réclame les effets presque journaliers de l'insolation.

Une place centrale très-vaste a une autre utilité, c'est de pouvoir réunir, sur un même point, certains édifices publics qui intéressent directement la commune, et où chacun peut être appelé fréquemment pour satisfaire aux exigences administratives ou pour ses propres plaisirs ; tels sont, d'un côté, le Quartier-Général, la Préfecture, la Mairie, le Palais-de-Justice, et de l'autre, le Théâtre, la Salle des Concerts. Plusieurs d'entre eux ont, en effet, des rapports tellement intimes qu'il y a avantage à les concentrer sur un même point pour la régularité du service et la commodité des habitants auxquels on épargne ainsi de longues courses. Examinée à un autre point de vue, cette réunion aura, en outre, l'avantage de faire ressortir toute la beauté architecturale de ces édifices qui doivent, par leurs proportions grandioses et leur cachet particulier, indiquer l'importance de la cité et concourir à sa célébrité.

La plupart de ces édifices servent aussi, à des époques déterminées, de lieux de réunions nombreuses dans lesquelles l'air, altéré à un haut degré par les émanations de toutes sortes et les exhalaisons pulmonaires de l'assemblée, demande à être remplacé fréquemment par un air plus pur au moyen d'une ventilation active. Pour obtenir ce résultat, quoi de plus convenable que le voisinage d'une grande place accessible partout aux vents et aux rayons du soleil, éloignée de tout établissement insalubre, disposée pour servir de réservoir à l'air pur et le distribuer constamment aux habitations et aux rues voisines ?

Les trottoirs, qui y seront en rapport avec les dimensions de la chaussée, favoriseront beaucoup aussi la circulation des piétons, les jours de grande foule, et les préserveront de l'atteinte des voitures. A côté de ces avantages, purement hygiéniques, on pourra certainement faire valoir quelques inconvénients, au point de vue surtout de l'intérêt particu-

lier de certains quartiers. D'abord celui de concentrer sur un même lieu les édifices publics qui ont le privilége, lorsqu'ils sont bien établis, d'attirer près d'eux les constructions élégantes et la classe la plus riche de la population.

Pour répondre à cette crainte, nous ferons observer que le centre des villes est toujours la partie où l'espace est le plus restreint pour les habitations, que les maisons y sont entassées les unes sur les autres et que, souvent privées de cour, elles ne peuvent percevoir l'air et la lumière qu'en dehors, sur la rue. C'est là que les cafés, les magasins de détail les plus brillants, se concentreront de préférence, tandis que les beaux hôtels habités par le haut commerce et les grands propriétaires, se porteront toujours dans les parties de la ville les plus paisibles où l'espace ne fait pas défaut. A Lille comme dans les autres grands centres, chaque quartier a ses éléments de prospérité.

Les manufactures et les fabriques les plus importantes adopteront les faubourgs et leurs environs. Le commerce de transaction se rapprochera des grandes voies de communication, des canaux et des gares de chemins de fer.

Indépendamment des édifices publics dont nous venons de parler, il en est d'autres qui ont bien aussi leur importance et qu'il sera bon et utile de disséminer dans les diverses parties de la ville : tels sont les églises, les écoles communales, les salles d'asiles, les hôpitaux, les casernes.

Parmi ces édifices, quelques-uns, les écoles principalement, seront encore, au point de vue hygiénique, favorablement situés sur les places ou promenades publiques, surtout si elles sont plantées d'arbres. Les enfants qui les fréquentent trouveront là, aux heures de récréation, pour se livrer aux jeux de leur âge, l'espace qui leur manque dans les établissements qui n'ont généralement que des cours ou préaux fort restreints. Ils y seront à l'abri du danger des voitures et seront préservés, en été, des atteintes des rayons ardents du soleil.

La proximité d'une place permet de renouveler facilement l'air des classes pendant les courts instants du repos; cela importe d'autant plus que les salles sont destinées à recevoir, pendant une grande partie de la journée, beaucoup d'enfants dont les exhalaisons peuvent corrompre en peu de temps l'air à un très-haut degré, lorsqu'il n'est pas suffisamment remplacé par l'air pur venu du dehors.

Quant aux hôpitaux, où à toutes les causes d'altération de l'air respirable qui résultent de la réunion d'un grand nombre d'individus sur un même espace de terrain viennent s'ajouter les émanations de natures diverses, provenant de la présence des malades, il faut bien se garder de les placer au centre de l'agglomération; ils doivent, au contraire, suivant leur destination spéciale, être relégués dans les parties de la ville occupées par la classe ouvrière.

Lorsque l'administration pourra disposer d'un terrain assez vaste pour isoler les bâtiments de tous côtés, il faudra tenir compte d'une bonne orientation, celle du levant ou du couchant, par exemple, pour les façades principales, et suppléer au renouvellement incomplet de l'air par les ouvertures ordinaires (portes et fenêtres), au moyen d'un bon système de ventilation permettant de modifier les prescriptions relatives au volume d'air à donner à chaque malade.

La salubrité et l'hygiène exigent aussi que le nombre des étages ne soit pas trop considérable, et qu'on se garde bien de placer des lits sous les combles, comme cela a lieu dans la plupart des hôpitaux de Lille. Ces infirmeries, trop chaudes en été, glaciales en hiver, doivent être radicalement proscrites

Pour des raisons à peu près semblables, les casernes, dans les places de guerre, devront être placées près des remparts, si l'on veut éviter le développement des terribles épidémies qui sévissent de temps à autre sur ces grandes réunions d'hommes.

§ X.

Des constructions en saillie telles que les urinoirs, les étalages, les balcons, les enseignes, les pots de fleurs, etc.

La propreté des rues exige que non-seulement la voie publique soit balayée tous les jours, que les immondices soient enlevées régulièrement à des heures déterminées, mais encore que les abords des maisons, des monuments publics ne soient pas souillés par les urines et les déjections humaines d'une autre espèce qui y répandent une odeur putride et infecte. Il n'est cependant presque aucun point dans les villes qui soit à l'abri de cette cause d'insalubrité.

Si l'on eut mieux compris les services que les urines peuvent rendre à l'agriculture et tout le parti qu'on peut en tirer dans les arts et l'industrie, il y a longtemps qu'on eut cherché le moyen de les recueillir et de les empêcher de se putréfier si rapidement à l'air. Quand on réfléchit que l'homme, suivant MM. Boussingault et Liebig, fournit deux cent vingt-huit kilogr. cent vingt-cinq grammes d'urine en une année, on peut se figurer la somme d'engrais riche en azote que l'on pourrait obtenir de la sorte en Europe.

L'abandon, à une époque antérieure à la nôtre, d'une matière si fertilisante, pouvait s'expliquer par l'opinion, généralement reçue, que cet engrais donnait aux plantes qui croissent sous son influence, la mauvaise odeur qui le caractérise; mais depuis que les publications faites par des hommes haut placés dans la science, et notamment par M. J. Girardin, ont contribué puissamment à détruire cette erreur, toutes les administrations municipales des grandes agglomérations, toutes les compagnies

de chemins de fer, auraient dû chercher à les recueillir pour en tirer profit. Plusieurs villes, Paris, Tours, Caen, Rouen, Lille, etc.,. sont bien entrées dans cette voie et possèdent des urinoirs publics, mais ceux-ci sont loin de présenter, dans leurs dispositions, toutes les conditions requises pour satisfaire aux exigences de la décence et de la salubrité.

A Tours, on a eu recours, d'abord à des urinoirs mobiles, mais les inconvénients qu'on voulait prévenir se sont aggravés. A Lille, il en existe également un petit nombre ; mais faute d'être vidés chaque jour et rincés, soit avec de l'eau pure, soit avec de l'eau additionnée d'une certaine quantité d'acide muriatique, ou mieux de sulfate de zinc brut, ils permettent à l'urine de s'y décomposer promptement et d'exhaler bientôt une odeur repoussante. Suivant M. Bayart, il serait facile d'empêcher cet inconvénient par l'addition au liquide d'une petite quantité de goudron qui a la propriété de retarder la fermentation.

A Lille, l'administration municipale a fait, en outre, établir des urinoirs contre les façades des maisons, et, chose incompréhensible, à l'entrée et tout autour des monuments publics (Archives, Lycée, Mairie, Faculté des Sciences, Théâtre, Écoles académiques, Eglises, etc.), mais leur construction est loin de répondre au but qu'elle s'est proposé. Les urines, au lieu d'être déversées sur une surface très-minime, tombent sur de larges plaques verticales qui, exposées constamment à l'air ambiant, facilitent leur corruption ; puis elles vont, faute de réservoir pour les conserver, s'écouler dans les ruisseaux et rendre, surtout en été, la situation insupportable pour le voisinage ; aussi la plupart ont-ils disparu depuis quelques mois, par suite des réclamations énergiques des propriétaires des maisons.

L'utilité de ces cuvettes, disséminées sur tous les points de la ville, est au moins très-contestable, et avant d'en établir de nouvelles, il serait opportun, peut-être, d'examiner si par quelque sage mesure, l'administration ne pourrait pas faire

perdre à une certaine partie de la population, la funeste habitude qu'elle a contractée d'incommoder l'autre partie, en jetant sur la voie publique, à chaque instant du jour, des urines et des matières excrémentitielles.

En accoutumant le public à une manière d'être plus conforme à la salubrité et à la décence, il serait possible de se passer des urinoirs établis sur les trottoirs. dont l'abord est souvent désagréable et toujours pénible aux dames et aux jeunes filles, qui sont exposées fréquemment à assister à d'indécents spectacles. Pour obvier à un semblable état de choses, la mesure la plus simple, selon nous, serait de prescrire à tous les propriétaires de maisons occupées par la classe ouvrière, et d'ateliers réunissant, pendant le jour, beaucoup de travailleurs, la construction, à l'intérieur, de latrines en rapport, par leurs dimensions, avec le nombre des habitants, et de cuvettes destinées à recevoir les urines et à les conduire dans la fosse.

Appuyée par des moyens coërcitifs, cette prescription permettrait d'empêcher les individus qui ne craignent pas de blesser la décence, de satisfaire, en plein jour, et dans les endroits les plus fréquentés, des besoins auxquels ils ne devraient céder que dans des lieux cachés. Cette mesure aurait l'avantage de faire passer dans les usages des populations, une manière d'être plus conforme aux bienséances auxquelles les femmes savent si bien s'astreindre. Bientôt le temps et la force des choses feraient plus que toutes les mesures de répression. C'est, d'ailleurs, le devoir d'une administration de s'efforcer, tout en moralisant les classes ouvrières, d'introduire chez elles des habitudes de décence et de propreté; or, ce serait aller directement à l'encontre du but que d'établir de nouveaux urinoirs et de tolérer, dans leur état actuel, ceux qui existent aujourd'hui sur la voie publique.

Cependant, comme il est nécessaire que les besoins les plus naturels trouvent à se satisfaire dans les lieux où l'homme est obligé de séjourner longtemps, tels que salles de concerts et de spectacle, palais-de-justice, marchés, etc., ce sera à l'adminis-

tration à faire construire, aux environs de ces lieux de réunion, des urinoirs dérobés à la vue; mais, dans aucun cas, elle ne devra les adosser aux maisons ni aux monuments publics, qu'ils dégraderaient et saliraient, comme cela a lieu aujourd'hui, notamment pour la salle de spectacle, dont les abords, surtout en été, sont des plus repoussants.

Si l'administration juge les urinoirs indispensables, elle devra alors chercher à ne les établir que dans des endroits écartés ou dans les dépendances des édifices, en adoptant, pour les dispositions à leur donner, le système employé dans les gares de chemins de fer, de manière à soustraire le produit des déjections à la vue et à l'odorat des passants.

Nous pensons aussi qu'il serait également bon de favoriser l'établissement de cabinets particuliers, si utiles aux étrangers et où l'on serait admis au moyen d'une faible rétribution. Plusieurs de ces cabinets seraient surtout très-utiles dans les environs de l'Esplanade. Ces sortes d'établissements existent dans presque toutes les grandes villes de France, notamment à Rouen, qui offre tant d'analogies avec Lille par son genre de population, par la nature de son commerce et de son industrie.

A côté de ces *desiderata*, il est des inconvéniens que nous pouvons encore signaler et qui réclament des réformes promptes et radicales.

Sur certaines places publiques, par exemple, des boutiques en plein vent destinées à la vente des denrées alimentaires, souillent tous les jours le pavé des détritus de leurs marchandises et entravent la circulation des voitures; ailleurs, sur les trottoirs déjà restreints dans leur largeur par les entrées de caves qui restent béantes une partie du jour, les étalages des boutiques gênent la libre circulation et rendent la marche des piétons inattentifs, quelquefois dangereuse.

Partout, aux divers étages des maisons, des enseignes ayant des dimensions disproportionnées avec celles des façades et des fenêtres, augmentent encore le mauvais effet déjà produit par

l'inégalité dans la hauteur et l'aspect extérieur des constructions, tout en gênant la circulation de l'air et de la rue et sa libre répartition dans les divers compartiments des habitations devant lesquelles ces enseignes sont placées.

D'un autre côté, les habitants ont la funeste habitude de garnir leurs croisées de plantes sarmenteuses ou bien de pots contenant des arbustes qu'on rentre chaque soir; ils ignorent, sans doute, que, pendant la nuit, les végétaux, au lieu de dégager, comme pendant le jour, de l'oxygène, absorbent ce gaz et donnent en échange de l'acide carbonique, si funeste à la respiration de l'homme. Placés à la fenêtre pendant le jour, ils deviennent non-seulement un obstacle au renouvellemennt de l'air et à l'accès de la lumière, mais ils sont aussi une cause permanente d'accidents, s'ils ne sont pas bien préservés de toute chute par des barres ou de petits balcons solidement fixés au mur. Cependant, lorsque ces plantes n'auront pas une grande hauteur et laisseront libre la majeure partie de l'air de la fenêtre, elles pourront concourir, pendant le jour, en été, à donner un peu de fraîcheur aux appartements exposés aux rayons ardents du soleil, et reposeront agréablement la vue de leurs habitants.

Au surplus, tous les abus que nous venons de signaler et qui sont passés en habitude dans une partie de la population, sont connus de l'Administration qui pourra, avec son règlement de police, les réprimer quand elle le voudra.

Telles sont les considérations hygiéniques dans lesquelles nous avons cru devoir nous renfermer, relativement aux questions posées par la Société Impériale des Sciences. Puisse notre travail n'être pas resté trop au-dessous de l'importance du sujet, et être de quelque utilité à nos concitoyens.

BOUVINES

Par M. J.-B. DELETOMBE.

Poème couronné au concours de 1861.

I

Les blés sont mûrs, l'épi sur l'or des tiges sonne
Et s'entr'ouvre au soleil : Flandre, donc qu'on moissonne,
Et qu'on ne laisse pas tant de riches trésors,
Quand les vivants ont faim, s'épandre pour les morts.
Les blés sont mûrs : allons, rassemblez vos familles,
Préparez les liens, aiguisez les faucilles.
Diligents laboureurs, vite, vite, en chemin :
Le sage remet-il son travail à demain ?

Mais les champs sont muets. Un ciel de canicule
Pèse de tous ses feux sur la terre et la brûle
L'oiseau caché se tait, et de l'âpre sillon
S'élève, triste et seul, l'aigre cri du grillon.

Cependant un vieillard, lentement dans la sente,
Sur l'épaule une faux, la démarche pesante,

Demi-vêtu, hâlé, barbe et cheveux pendants,
S'avance, morne ainsi qu'une image du temps.
Il s'arrête pensif; triste, il porte la vue
Sur cette mer d'épis, à l'immense étendue,
Et, poussant un soupir, des larmes dans les yeux,
Les bras, le cœur, la voix élevés vers les cieux:
« Jésus, dit-il, Jésus, laisserez-vous la guerre
Détruire en un moment tous les biens de la terre?
Ces blés étaient le fruit de nos longues sueurs,
N'en moissonnerons-nous que la faim et les pleurs?
Déjà, Seigneur, déjà jusqu'au pays des dunes,
Tous les hommes de fiefs et les gens des communes,
Nos enfants, convoqués par le ban des combats,
Quand la moisson attend, ne nous reviennent pas!
Où sont-ils? que font-ils? Les verrons-nous encore?
Jeunes, conservez-les, pour eux je vous implore;
Et si pour nos péchés quelqu'un devait périr,
Prenez les vieux, du moins, et faites-nous mourir!... »
Il dit, et les sanglots achèvent sa prière.
La douleur absorbait son âme tout entière,
Quand tout à coup un bruit vague, grave, profond,
Auquel un lent écho dans le lointain répond,
Se lève, se prolonge, et comme un sourd tonnerre,
S'avance avec fracas et gronde sur la terre:
Est-ce la mer qui vient, ayant franchi son bord,
Reprendre son vieux lit dans les plaines du nord,
Et qui, Léviathan, se jette sur sa proie,
L'étouffe sous les eaux, la déchire et la broie?
Est-ce un feu souterrain sorti de sa prison?
Des laves par torrents?... Ciel! voici l'horizon,
De deux points opposés, qui s'obscurcit et fume!
N'est-ce pas le pays tout entier qui s'allume?

Le météore approche, il s'élève, il grandit;
Des trompettes, des voix! du fer qui resplendit....
Ce n'est ni l'ouragan, ni la flamme, ni l'onde,
C'est la guerre, grand Dieu! c'est le fléau du monde!

II

Entre Lille et Tournai, parmi ces champs féconds
Que traverse la Marcq en des bords peu profonds,
Près d'un temple modeste, à l'ombre d'un vieux frêne,
Non loin de son coursier attaché par la rêne,
Est assis un guerrier ruisselant de sueur,
Tout poudreux, et pourtant imposant de grandeur.
Quel est donc ce soldat de si noble assurance?
Ce soldat? c'est le roi, c'est Philippe de France,
L'auguste souverain, entouré de ses pairs,
Le héros dont la gloire étonne l'univers;
C'est le chrétien pieux qui, dans la terre sainte,
A pour Dieu de son sang laissé la noble empreinte,
Le rival de Richard, dit le Cœur-de-Lion,
L'incessante terreur de la fière Albion.
Aujourd'hui contre lui le lâche Jean-Sans-Terre,
Cet égorgeur d'enfants, que souffre l'Angleterre,
Lassé d'être battu, vaincu mais insoumis,
A suscité partout de puissants ennemis.

L'empereur d'Allemagne, Othon, marche à leur tête
La haine des Capets, l'amour de la conquête,
Un principe récent, qui consacre les drc'
Des communes de France au détrimen d esrois,
L'ombrage enfin que donne aux races despotiques
Le naturel désir des libertés publiques,

Ce sont là les raisons qui poussent aux combats
Othon, commandant seul à cent mille soldats.

Sous l'étendard germain, Ferrand, comte de Flandre,
Seigneur ambitieux, s'est hâté de se rendre :
S'affranchir de l'hommage envers son suzerain,
Abaisser, dépouiller son très-haut souverain
Des domaines royaux agrandir ses domaines,
Telles sont de Ferrand les espérances vaines ;
A ses succès futurs il fixa même un prix.
Modeste, du butin il ne veut que Paris.
Heureux, si le destin, par un sanglant caprice,
Ne se montre pas trop à son souhait propice !.... (1).

Enfin, comme une meute aux fanfares du cor
Accourt, tels aux ligueurs viennent se joindre encor
Le grand duc de Brabant, puissant de terre et d'hommes,
Dont les fiefs populeux égalent des royaumes ;
De Boulogne, l'ingrat, honte du nom français ;
Un ardent champion, Salisbury l'anglais ;
Puis comtes, bannerets, chevaliers d'Allemagne,
Que le duc de Limbourg dans leur course accompagne,
Ennemis fiers, d'autant qu'ils se trouvent nombreux,
Sûrs de vaincre, et déjà se partageant entre eux
Les domaines royaux qu'ils ont choisis d'avance ;
Mais ils comptent sans Dieu, Dieu protége la France !

III

Avec ses légions parti dès le matin,
Brûlé par le soleil, fatigué du chemin,
Philippe reposait, mais non sa vigilance.
Au salut de l'armée il rêvait en silence,

(1) Ferrand eut en effet Paris, mais pour prison.

Et tandis que vers Lille en bon ordre on marchait,
Un groupe d'éclaireurs au nord se détachait,
Qui devait observer l'ennemi par derrière,
Et servir contre lui de première barrière.
Élite des guerriers par la tête et le cœur,
Deux hommes de conseil, de force et de vigueur,
Sont commis par Philippe à ce poste suprême :
Le comte de Melun, dont l'audace est extrême,
Et le frère Guérin, cet évêque soldat,
Aussi saint à l'autel que vaillant au combat.
Dans les rangs des croisés il commandait naguère,
Apprit en Orient le grand art de la guerre,
Et d'armure ou de froc tour à tour revêtu,
Pour son prince et son Dieu vingt ans a combattu.

Tout à coup dans les champs un nuage de poudre
S'élève, et deux courriers, aussi prompts que la foudre,
Dévorent le terrain, appelant par leurs cris
Et par mille signaux les chevaliers surpris.
Ils arrivent au Roi : « Sire, grande détresse !
Au secours ! au secours ! Othon là bas nous presse;
Le comte de Melun peut à peine tenir,
Au nom du Ciel, venez, venez le secourir ! »
Calme, le roi se lève : en son âme intrépide
Il a su refouler l'émotion rapide;
Et si dans son regard l'éclair brillant a lui,
La paix règne en son cœur, il est maître de lui :
« Mes enfants, je vous suis, mais l'heure est solennelle;
Prions Dieu, mettons-nous sous sa main paternelle. »
Il dit, se rend au temple, et devant le Seigneur,
Au pied de l'humble autel, abaisse sa grandeur.
Dans le recueillement, sa prière en silence
Du pavé de l'église au Roi des rois s'élance,

Et des deux majestés, seuls, les anges des cieux
Connurent l'entretien saint et mystérieux.

Quand il eut achevé sa fervente prière,
Et relevé son front incliné sur la pierre,
Philippe se couvrit de son casque royal,
Radieux et léger sauta sur son cheval,
Et comme si l'ardeur avait grandi sa taille,
Parut tel qu'un géant armé pour la bataille.
Lors, tirant son épée, il en baise la croix,
L'élève en l'agitant, et de sa forte voix :
« Montjoye et Saint-Denis! Aux armes! France, aux armes! »
L'écho lointain redit ce signal des alarmes,
La trompette y répond; un long frémissement
Agite tous les rangs dans leur prolongement :
On dirait qu'un éclair met le feu dans chaque âme.
Mais l'étendard sacré, la magique oriflamme,
Devant qui tant de fois les ennemis ont fui,
S'avance loin du roi, qui la rappelle à lui.
Le temps presse, elle tarde, il renonce à l'attendre :
Mais n'a-t-il pas son bras, son Dieu pour se défendre?
Il fait venir à lui le drapeau blanc des lys,
Qui déroule au soleil ses magnifiques plis,
Et brille à tous les yeux : c'est un signe, une marque
Du poste périlleux où combat le monarque.
Galon de Montigny, digne d'un tel honneur,
Le porte dans ses bras, comme aussi dans son cœur;
De la gloire pour lui ce drapeau c'est l'emblême,
C'est l'honneur, c'est le roi, c'est la France elle-même.
Galon paraît : alors ces deux hommes de fer,
Porte-étendard et roi, partent comme l'éclair;
Le soleil resplendit sur leurs armes de cuivre,
L'œil ébloui se ferme et renonce à les suivre;

On dirait que le sol, le nuage autour d'eux
S'enflamme à leur passage et s'embrase à leurs feux,
Et bientôt aux regards, hommes, chevaux, bannière,
Tourbillon, ne sont plus qu'un point blanc de poussière.

IV

Devant les rangs d'Othon la foudre avec fracas
Tombant, eût moins frappé de terreur ses soldats,
Que l'aspect de Philippe au front de la colonne,
La maîtrisant du geste et de sa voix qui tonne.
Pour l'attaque déjà les Teutons ébranlés
S'arrêtent à sa vue, indécis et troublés.
De leur vaine assurance ils perdent l'attitude,
Tout, jusque dans leurs chefs, trahit l'inquiétude :
Philippe devant eux, c'est le combat prochain,
C'est le péril plus grand, le trépas plus certain,
C'est la lice des forts, le succès ou la chute,
Le dé du sort jeté dans la suprême lutte.

Cependant, revenu de son étonnement,
Le premier corps d'Othon se met en mouvement.
Il occupe bientôt un sommet de colline,
Seul point aux alentours qui s'élève et domine.
Tout entière, au milieu du tumulte et du bruit,
L'armée, en inclinant vers la droite, le suit,
S'engage en un chemin, qu'elle garnit et longe;
Du levant au couchant son aile se prolonge :
Mais le soleil, qui brille avec éclat aux cieux,
Les frappe en plein visage et leur brûle les yeux.
Le roi, de son œil d'aigle embrassant l'étendue,
A compris des Teutons la faute inattendue.

Autant que noble preux, habile général,
De la marche aussitôt il donne le signal ;
Juste devant leurs rangs, il manœuvre et se place,
Lui le soleil à dos, eux ses rayons en face.
Front à front, hors de trait, pendant quelques instants,
S'observent en repos les futurs combattants :
Tel en un ciel muet, voilé de noirs nuages,
Règne un calme apparent, précurseur des orages.

V

Heure de la bataille !... ô moment solennel,
Où l'holocauste humain va fumer sur l'autel !
Où sous le ciel de Dieu, sous son regard de père,
Du sang de ses enfants va regorger la terre !
Où deux cent mille bras, dans leur œuvre de mort,
De princes ennemis vont décider le sort !...
L'affreux signal donné de tant de funérailles,
Ces fiers provocateurs, au fond de leurs entrailles,
Ne ressentent-ils rien ? Les plaintes des blessés,
Le râle des mourants, l'un sur l'autre entassés,
Tout chaud de vie encor, ce flot rouge qui coule,
Ce peuple agonisant qui s'y couche et s'y roule,
Cet océan de maux, cet abîme d'horreurs,
Ne font-ils pas lever un remords dans leurs cœurs ?
De tant de morts, pas un ne vient-il en leur couche
Leur mettre aux yeux du sang et du sang dans la bouche ?
Cette odeur de carnage, au milieu du festin,
Leur monte-t-elle pas avec l'odeur du vin ?
Ah ! si la guerre juste et la sainte victoire
Rendent digne d'amour et digne de la gloire,

Si combattre et mourir pour son pays, ses droits,
Est le devoir sacré des peuples et des rois,
Autant l'ambitieux mérite l'anathème,
Autant la guerre injuste est le crime suprême !....

VI

Philippe, confiant dans la Divinité,
Se dispose à la lutte avec sérénité.
Sa grande âme est en paix ; dans le tumulte immense,
Calme, son bras agit ; calme, son esprit pense ;
Il prévoit tout, sait tout ; son rapide regard
Parcourt ses bataillons indignés du retard :
Le choc est imminent. Mais avant qu'on s'élance,
Il veut parler ; d'un signe il impose silence ;
On se tait, on écoute, et sa vibrante voix
Frappe de ses accents tous les rangs à la fois :
« Courage, enfants, dit-il, voici l'heure propice,
Où va du Ciel, par vous, éclater la justice.
C'est lui qui vous conduit, lui qui vous a remis
Le soin de dissiper ses cruels ennemis.
La ligue des méchants, à périr destinée,
Ne doit pas même voir la fin de la journée.
C'est la religion que vous allez venger,
Ses saints que les pervers n'ont pas craint d'outrager,
Les temples que partout leurs mains impures souillent,
La veuve et l'orphelin que sans honte ils dépouillent :
Leurs crimes à la fin sont montés jusqu'à Dieu ;
Voici leur dernier jour, leur tombe est en ce lieu. »
Il a dit ; aussitôt tous les hommes de guerre,
Profondément émus, s'inclinent vers la terre,

Demandant de leur roi la bénédiction.
Et lui, les yeux au ciel, grave et plein d'onction,
Élevant ses deux mains, dont l'une laisse pendre
Son invincible épée, il prie, et fait descendre
Sur les siens prosternés, ces divines faveurs
Qui rendent tout puissants et les bras et les cœurs.
On dirait, à le voir, que sa prunelle ardente
Perce du firmament la voûte étincelante,
Et qu'elle fait jaillir, des célestes trésors,
La grâce des élus et la force des forts.
Aussitôt dans les airs les trompettes résonnent,
Les prêtres du Très-Haut, avec leurs clercs, entonnent,
Des larmes dans les yeux, et tout brûlants de foi,
Le psaume belliqueux du saint prophète-roi :

« Béni, béni soit-il, le Seigneur des armées !
C'est par lui qu'aux combats mes mains furent formées,
Il rend invincible mon bras;
Il me soutient, me guide à l'heure des batailles,
Et, dans ces grandes funérailles,
Il éloigne de moi les horreurs du trépas.

Béni soit-il ! j'ai mis en lui mon espérance;
Conduit par lui, mon pied marche avec assurance
Dans les embûches du chemin;
Il a soumis mon peuple à mon pouvoir suprême,
A ceint mon front du diadême,
Et fait passer des rois le sceptre dans ma main.

Qu'est donc l'homme, ô Seigneur, pour valoir qu'on y pense ?
Qu'est-il pour mériter de vous la récompense,

Qui gonfle tant sa vanité ?
De ses rapides jours, dont vous fixez le nombre,
Le néant passe comme l'ombre
Devant le temps des temps de votre éternité.

O Seigneur ! de vos cieux abaissez l'étendue;
Descendez sur les monts, touchez leur cîme ardue,
Sous vos pieds vont jaillir des feux;
De là faites gronder vos foudres formidables,
Et que vos flèches redoutables
Cherchent mes ennemis, et s'abattent sur eux.

Tonnez sur ces méchants, et que vos traits de flamme
Éblouissent leurs yeux et jettent dans leur âme
Le trouble de leurs attentats;
Tendez vers moi, Seigneur, votre droite sublime,
Et me retirez de l'abîme
Que leur ligue perverse a creusé sous mes pas.

La fraude est en leur cœur, le mensonge en leur bouche;
Tout en eux est impur, tout ce que leur main touche
Reste souillé d'iniquité;
Que de votre justice un arrêt salutaire
Les frappe, et délivre la terre
Des tristes monuments de leur impiété! »

VII

Ils chantaient. Cependant une clameur lointaine,
A droite, tout à coup s'élève dans la plaine :
Ce sont des Soissonnais, impatients du frein,
Que contre les Flamands vient de lancer Guérin.

L'ennemi, qui de lui croit ces manants peu dignes,
Les voit avec mépris, reste ferme en ses lignes,
Se campe fièrement et la pique en arrêt,
A recevoir leur choc, dédaigneux, se tient prêt.
Comme un roc détaché d'une orgueilleuse cîme,
Roule en tourbillonnant dans le fond d'un abîme,
Trouve un mur de granit et s'y brise en éclats;
Tels du frère Guérin les courageux soldats,
Par leur fougue emportés, contre ce mur de piques,
Barreaux de fer scellés dans des bras granitiques,
Se heurtent... Les chevaux, de lances traversés,
Se cabrent sous le coup et tombent renversés;
Avec eux et sous eux chaque cavalier roule;
On s'acharne, on se presse, à longs flots le sang coule;
Le fer frappe le fer, l'acier brise l'acier;
Chacun des combattants, privé de son coursier,
Loin de se retirer, reforme sa phalange,
Et pour se battre à pied, en bon ordre se range.
Des bataillons germains alors deux chevaliers,
Leurs lances en avant, au bras leurs boucliers,
Se dirigent sur eux : la foudre est moins rapide;
C'est le vol de la mort que leur vol intrépide.
Ils vont, percent les rangs dans leur élan fougueux,
Les foulent à leurs pieds et les coupent en deux.
Qui sont-ils ces guerriers à l'audace invincible?
C'est Buridan-le-Fort et Gauthier-le-Terrible :
A ces hommes il faut le carnage, et pour eux
La guerre est un plaisir, les combats sont des jeux.
Ils s'arrêtent... déjà dans des flots de poussière,
Lance au poing, furieux, arrive par derrière,
Criant « Mort aux Français! » Eustache Maquilin,
Qui pour les joindre a pris leur horrible chemin.
Tous trois devant l'armée, hautains, plein d'arrogance.
Provoquent à grands cris les chevaliers de France.

Trois sont prêts à répondre à l'insolent défi :
Deux hommes de sang noble et Pierre de Remi.
Ces ardents champions que les voix électrisent.
Volent : au premier choc les six lances se brisent.
Des glaives aussitôt le fer brille en leurs mains ;
Ils s'épuisent longtemps en efforts surhumains ;
Comme des traits de feu, leurs armes étincellent ;
De sueur et de sang hommes, chevaux ruissellent ;
Le sol tremble sous eux, l'air de coups retentit ;
De fatigue à la fin leur bras s'appesantit ;
Mais leurs corps, abrités sous d'épaisses armures,
N'ont pas encore reçu de mortelles blessures.

VIII

Cependant les Français, des Flamands repoussés,
Se repliant sur eux, viennent à pas pressés.
Les serrent dans leurs rangs, les ceignent de leur masse ;
En vain pour échapper, ils redoublent d'audace ;
En vain leurs coups sont sûrs, rapides, meurtriers,
Le grand nombre l'emporte ; ils sont faits prisonniers.
Prisonniers ? non les trois : Maquilin en furie
Recommence à l'entour l'effroyable tûrie ;
Il tient seul contre tous ; mais le terrible flot
S'élève en rugissant, monte et l'atteint bientôt.
Un homme de Soissons, à la taille d'Alcide,
Se glisse, saute à lui ; d'une étreinte homicide,
Le saisit, et l'attire, ainsi qu'un bûcheron
Qui cherche à séparer une branche du tronc ;
Sous son coude puissant la gorge se découvre,
Le joint serré du casque à la base s'entrouvre ;
Et de son long couteau, qu'il pousse avec effort,
Jusqu'au cœur l'assaillant lui fait entrer la mort :

Maquilin se débat, tremble, râle, succombe ;
Et sur le sol poudreux son lourd cadavre tombe !....
A ce terrible coup les Teutons confondus,
Pour secourir les leurs, s'élancent éperdus,
Mais trop tard ! car aux cris de Champagne et de France,
Du comte de Saint-Paul le bataillon s'avance !....

IX

Déjà d'autres guerriers, par l'exemple excités,
Dans les rangs ennemis se sont précipités :
C'est de Montmorency, de Melun et de Harmes,
Le grand duc de Bourgogne avec ses hommes d'armes ;
Ils courent, et la mort accompagne leurs pas ;
Mais le Teuton les voit et ne recule pas.
Avec une fureur, qui tient de la démence,
Bientôt des deux côtés le combat recommence ;
Fer à fer, corps à corps, des ongles et des dents,
L'un sur l'autre acharnés, luttent les combattants.
Le vélite, bravant tout les coups qu'on lui donne,
S'attache au cavalier, s'y suspend, s'y cramponne,
De près plus sûrement porte le coup fatal,
Jette l'homme par terre et perce le cheval.
Le trépas scelle ainsi l'étreinte meurtrière,
Et tous trois, d'un seul bloc, tombent dans la poussière.

X

D'où vient ce cri d'effroi tout à coup entendu ?
Quel est ce chevalier sur la terre étendu ?

C'est le duc de Bourgogne. Au secours ! qu'on se presse !
Son cheval est percé, lui-même est en détresse !
Bourguignons ! Bourguignons !.... Alors de toute part,
De leurs dards, de leurs corps, tous lui font un rempart.
Il bondit, se relève, agile et sans blessure,
Il s'élance aussitôt sur une autre monture,
Se fait ouvrir les rangs, brûlant de se venger.
En vain les siens voudraient l'éloigner du danger,
Il pousse son coursier, des éperons l'excite,
Et vers les ennemis d'un bond se précipite.
Tel un lion captif, qui brise ses liens,
Furieux, au milieu des chasseurs et des chiens.
Se jette... Sous sa dent, sous ses griffes sanglantes,
Il fait voler les os et les chairs palpitantes ;
Chacun de ses élans est un trépas porté,
Tout cède devant lui, tout fuit épouvanté :
Tel bouillant de fureur, enflammé de vengeance,
Le héros bourguignon redouble de vaillance,
Et du sang des Flamands veut se faire payer
Le sang, le noble sang de son cher destrier.
Terrible, plein de haine, il massacre, et sa rage
Dans les rangs ennemis promène le carnage.

XI

Bouvines, doux pays, calme et riant séjour,
Quels flots de sang ont bus tes sillons en ce jour !
Que de corps étendus dans tes vertes prairies !
De cadavres cachés sous tes herbes fleuries !

Que de gémissements ont redits tes échos
Que de plaintes, de cris, ont troublé ton repos!
Tes champs, sol de bonheur, d'amour, de paix entière,
Ne seront bientôt plus qu'un vaste cimetière,
Où tout homme en passant, plein d'un lugubre émoi,
Ne posera le pied qu'en frissonnant d'effroi!
Quel pâtre encor voudra, sur ces sanglantes rives,
Mener ses doux agneaux et ses brebis craintives?
Osera-t-il encore y prendre son repos,
S'asseoir sur les gazons, y gonfler ses pipeaux?
N'y va-t-il pas, la nuit, voir des âmes souffrantes
Sans cesse voltiger dans des flammes errantes?
De grands spectres danser sous la feuille des bois?
N'y va-t-il pas entendre, au soir, d'étranges voix?
Désormais, cette terre, à ses pas interdite,
Ne sera-t-elle pas une terre maudite?
Et quand, après longtemps, le pieux laboureur
Remûra de son soc ce théâtre d'horreur,
Ne tremblera-t-il pas, plein de terreurs secrètes,
De retourner des os, de briser des squelettes,
Et de voir, sous ses pieds, sous ceux de ses chevaux,
S'effondrer le terrain et s'ouvrir des tombeaux?...

XII

Fatigué cependant et le corps tout en nage,
Le comte de Saint-Paul, retiré du carnage,
Prenait quelque repos, quoique suivant des yeux
Des chevaliers français l'élan audacieux.

Ainsi le moissonneur dont la tempe ruisselle,
Dont le bras s'alourdit, dépose sa javelle,
Va s'asseoir un instant sous le feuillage ombreux,
Et de l'œil suit la faux des travailleurs nombreux.
Qu'a-t-il vu tout-à-coup? Dans l'horrible mêlée,
Au milieu d'une foule en un point rassemblée,
Un des siens, son ami, chevalier valeureux,
Que pressent les Flamands, et qui seul tient contre eux,
Malheureux, qui succombe à leur puissante rage,
Et n'attend que la mort pour prix de son courage!
Il frémit... Aussitôt, courbé sur son coursier,
Homme vêtu d'acier, sur un cheval d'acier,
S'y cramponnant des bras, laissant flotter la rène,
Et pendre à son poignet son glaive par la chaîne,
De sa vive monture éperonnant les flancs,
Il court, rasant le sol, pénètre dans les rangs,
Foudre au vol meurtrier, les coupe, les traverse,
Ecrasant, piétinant les blessés qu'il renverse,
Arrive sur leurs corps près de son chevalier,
Et là, de sa hauteur dressé sur l'étrier,
Il saisit à deux mains sa flamboyante épée,
Du sang des ennemis encore toute trempée,
Avec la promptitude et le feu de l'éclair,
En un cercle de mort la fait tourner dans l'air.
Il frappe: chaque coup porte juste, et terrasse;
Autour de son ami le sol se débarrasse,
Il est libre, et tous deux, côte à côte, dès lors
Pour rejoindre l'armée unissent leurs efforts.
D'un bond irrésistible ils s'élancent ensemble,
La mort court devant eux, l'ennemi fuit et tremble:
Par l'effroi refoulé, le large flot humain
S'écarte à leur passage et leur ouvre un chemin.

Que ne peut l'amitié dans des âmes sublimes !
Sauvés ! ils sont sauvés, ces héros magnanimes !
Objets d'un saint respect, ils ont revu les leurs,
Et dans d'heureux transports ils confondent leurs cœurs.

XIII

Mais au loin quel tumulte et quels flots de poussière !
Elle accourt, la voici, la magique bannière,
C'est elle, l'oriflamme ! Étendard radieux,
L'armée avec bonheur t'a salué des yeux :
On dirait, au moment de la grande tempête,
Un astre du salut qui brille sur sa tête.
Antique compagnon de son noble destin,
Tu paraîs.. . avec toi le succès est certain.
Cours, vole auprès du roi ! que ta splendide flamme
Porte un rayon de joie et d'espoir dans son âme :
Sois le souffle de Dieu, la main de Saint Denis ;
Que par toi les Français soient vainqueurs et bénis,
Et que, toujours jaloux de leur antique gloire,
Partout, tu sois pour eux un gage de victoire.

Autour du saint drapeau qui s'avance au soleil,
Les hommes d'Amiens, de Beauvais, de Corbeil,
De Compiègne, d'Arras, tous guerriers intrépides,
Vers leur roi bien-aimé portent leurs pas rapides,
Et devant lui placés au poste du danger,
Sont heureux de mourir et de le protéger :

Tant le pieux amour du devoir les anime !
Mais courage imprudent autant que magnanime !
Ces bras, ces fronts sont nus, ce rempart est de chair :
Soutiendra-t-il le choc des chevaliers de fer ?
Les voilà !... Des faucheurs dans les herbes nouvelles,
Des lions au milieu de craintives gazelles,
Des vautours s'abattant sur des essaims d'oiseaux,
Des loups que la faim pousse à travers les troupeaux.
Rien ne peut présenter à l'esprit une image
Des fureurs du Teuton, et de l'affreux carnage
Qu'il fit de ces soldats, dont les corps découverts
Etaient, comme à leurs coups en hécatombe offerts.
Ils meurent sans pâlir..... Mais, ô bonheur ! tout chan
Des chevaliers français l'héroïque phalange.
En voyant le péril de leur bien-aimé roi,
Ont senti leurs cheveux se hérisser d'effroi.
Tous alors, comme mus d'une même pensée,
S'élancent ;... de leurs gens la ligne est traversée :
Et déjà leurs chevaux, frémissant sous le frein,
Devant les ennemis dressent un mur d'airain.
Alors ce fut vraiment la géante bataille :
Ces hommes pour combattre étaient au moins de taille,
Du fer contre du fer ! Par la fougue emportés,
On dirait mille rocs de mille rocs heurtés.
On dirait que le ciel a vomi sur la terre
De ses foudres vengeurs les feux et le tonnerre.
Têtes, poitrines, bras éblouissent d'éclairs,
Le sol tremble ; de cris retentissent les airs.
Des armes en éclats, des débris de cuirasses,
Des casques entr'ouverts, pleins de sanglantes traces,
Des chevaux renversés et dont le large flanc,
Percé de part en part, verse des flots de sang ;

Le blessé palpitant, les membres que l'on froisse,
La chair et sa douleur, la mort et son angoisse,
Tels étaient les tableaux mille fois répétés,
Qu'offrait l'horrible lutte aux yeux épouvantés !....

XIV

Cependant là n'est pas le danger qui menace ;
Le danger? des Teutons c'est l'astuce et l'audace.
A la faveur du trouble, et dans les rangs glissés,
Sur les pas des fuyards ils se sont avancés,
Avant même que nul ait pu les reconnaître,
Jusqu'aux pieds de Philippe!... Il les voit apparaître...
Mais lui, bien qu'étonné de l'assaut imprévu,
Pour combattre jamais n'est pris au dépourvu.
Galon à leur aspect frémit, et par derrière,
En signe de détresse, agite sa bannière :
Au secours!... les Teutons sortis de tous côtés,
Sur Philippe déjà se sont précipités !
En vain, sous le faisceau des lances et des piques,
Il se montre aussi grand que les héros antiques ;
Que pourront contre tous ses généreux efforts?
Au secours ! pour l'atteindre ils montent sur les morts !....
Frappé de mille coups, il chancelle, il succombe ;
Au secours, chevaliers! au secours ! le roi tombe !...
De l'angon d'un soldat par le col accroché,
Il est avec effort de sa selle arraché ;
Tous se jettent sur lui, comme des loups avides,
Tentent de le percer de leurs traits homicides.
L'armure, sous l'effort des épieux, des couteaux,
Sonne, comme l'enclume au lourd choc des marteaux ;

Mais la plaque solide, épaisse, et bien trempée,
Fait s'émousser la pique et s'ébrêcher l'épée.
Tristan, qui de son roi voit le mortel danger,
Frissonne, et contre tous vole le protéger.
En deux bonds près de lui, hors de selle, il s'élance,
Abat têtes et bras, coupe les bois de lance.
Six autres chevaliers, non moins forts et vaillants,
Arrivent sur ses pas, poussent aux assaillants,
Le péril de leur prince a doublé leur courage,
Ils font des ennemis un horrible carnage;
Et bientôt ces soldats, si braves contre un seul,
Ont pour abri la fuite ou l'herbe pour linceul.

XV

Philippe, cependant (Dieu l'a gardé du glaive),
Sans blessure, léger, de terre se relève,
Sur un autre coursier saute bouillant d'ardeur,
Et debout apparaît dans sa mâle vigueur.
Le danger semble avoir allumé sa vengeance.
Étendard déployé, vers les siens il s'avance :
« Au large, chevaliers! laissez passer le roi. »
A ce cri, chaque rang se refoule sur soi;
On l'admire, l'espoir rentre à l'âme alarmee.
Il s'élance : d'un trait, au front de son armée,
Il paraît : aussitôt du sein des légions,
S'élèvent dans les airs mille acclamations.
Chacun sent en son cœur renaître l'espérance.
Le roi, c'est leur salut, le salut de la France.
Déjà les chevaliers, par sa vue excités,
Contre les ennemis se sont précipités;

Ils soulèvent ensemble un long flot de poussière,
Font retentir le sol et jaillir la lumière;
Ils courent; devant eux recule le Teuton.
Au fond même des rangs ils ont surpris Othon.
Mauvoisin a saisi son cheval par la bride,
Tente de l'entraîner par un élan rapide:
Il n'y peut parvenir : de la foule entouré,
Par un cercle de fer il se trouve serré.
Lorsque soudain Scrofa, terrible et l'œil en flamme,
Dans la main un poignard bien trempé, court de lame,
Bondit comme un lion, et porte à l'empereur
Un coup, qui sous l'acier doit lui percer le cœur.
Sur la cuirasse épaisse, au métal dur et lisse,
L'arme, sans pénétrer, trace un sillon et glisse;
Mais Scrofa frappe encor, et dans l'œil du coursier
Enfonce jusqu'au bout son flamboyant acier.
Rendu fou de douleur, le couteau dans la tête,
Bondissant, se cabrant, sans que le frein l'arrête,
Secouant, mais en vain, du front le fer fatal,
Écumant, furieux, le fougueux animal
S'élance loin des rangs, court à travers la plaine....
Enfin, ensanglanté, chancelant, hors d'haleine,
Ses membres épuisés ruisselants de sueur,
Il tombe, et loin de lui fait rouler l'empereur!
Alors du camp teuton part un cri de détresse;
A lui porter secours on se hâte, on s'empresse,
On l'aide, on le relève, on l'entoure de soins;
Sur un autre cheval, tout prêt pour ses besoins,
Il monte; loin des siens, loin de sa noble suite,
Il part, et le galop précipite sa fuite.

XVI

Il fuit... Honte et malheur! ses soldats consternés,
Se sentent, sur ses pas, par l'exemple entraînés;
Ils combattent encor, mais combattent sans gloire,
Ils luttent pour lutter, mais non pour la victoire.
Troupeau cerné des loups, sans guide et sans pasteur;
Sans pilote, vaisseau sur la mer en fureur :
Leur ruine est certaine, il leur reste à l'attendre;
Désormais ils n'ont plus qu'à mourir ou se rendre!
Se rendre!... et tout ce sang qui bat encore au cœur,
Et qui reste au guerrier pour sauver son honneur?
Se rendre!... Entendez-vous la lutte surhumaine,
Qui se soutient là haut, près de l'aigle germaine?
Voyez-vous, sous le choc de ces coups de géants,
Ces casques entr'ouverts et ces hauberts béants?
Elle n'est pas sonnée encor l'heure fatale
Pour Dorthmund, Tecklembourg, Rauderade, Hostemale;
Aucun de ces guerriers combat-il à demi?
Et puis, il vit encor, le terrible ennemi,
De Boulogne au bras fort, bien qu'au cœur infidèle :
Est-il soldat plus grand que ce soldat rebelle?
Qui le surpasserait, s'il avait à son roi
Consacré son courage et conservé sa foi?
Voyez-vous s'entr'ouvrir ce rempart qui se dresse,
Inexpugnable tour, vivante forteresse?
C'est son fort, son abri, c'est l'antre du lion;
C'est là que fatigué de la longue action,
Il revient essuyer la sueur qui ruisselle,
Et retremper son bras pour la lutte nouvelle.

XVIII

Et Philippe debout, dans l'immense étendue
Plonge au loin le regard et promène la vue :
C'est partout le désert, le silence et la mort !
Dans la nuit du trépas tout un grand peuple dort :
Et de tant d'ennemis la formidable armée,
Toute, est évanouie ainsi qu'une fumée !
Où l'aigle s'élevait, maintenant s'offre aux yeux
Et la sainte oriflamme et les lis glorieux.
Aux menaces, aux cris, aux clameurs des barbares,
Ont succédé les chants, les joyeuses fanfares :
Cors, trompettes, clairons, sonnant de tous côtés,
Par leurs sons belliqueux au lointain répétés,
Rappellent le soldat ardent à la poursuite,
Et glacent de frayeur le vaincu dans sa fuite.
Philippe est à genoux, et, les larmes aux yeux,
Baisse son front à terre et rend grâces aux cieux.
De bénédictions bois et champs retentissent ;
Mille cœurs, mille voix, mille échos applaudissent :
La nature est en fête, et jusque dans les airs
Montent des chants vainqueurs les immenses concerts !

O France, beau pays, noble terre des braves
Qui préfèrent la mort à de lâches entraves !
Toi qu'une sainte horreur fit frémir au danger
De voir ton sol sacré souillé par l'étranger,
Toi sous qui les pervers creusaient un vaste abîme,
O France, gloire à toi ! Par un effort sublime,

Tu viens de t'assurer ta sainte liberté,
Et ton auguste roi, son immortalité.
Désormais du Teuton l'orgueilleuse puissance
Parlera d'elle-même avec moins d'assurance;
Othon lui-même, Othon, rendu plus circonspect,
Prononcera ton nom avec plus de respect,
De ce jour gardera la leçon salutaire,
Se montrera plus sourd aux vœux de Jean-sans-Terre,
Et pourra méditer, au fond de son palais,
Ce que vaut, au malheur, l'amitié des Anglais.

TRAITEMENT DU CROUP

OU

ANGINE LARYNGÉE DIPHTHÉRITIQUE

Par MM. P. FISCHER et F. BRICHETEAU,

Internes à l'Hôpital des Enfants.

Mémoire couronné au Concours de 1861

INTRODUCTION.

La thérapeutique du croup est de toutes les parties de l'histoire de cette maladie, celle qui a été le plus longuement traitée. Malheureusement l'abondance des biens est ici plus nuisible qu'utile, et au milieu du dédale des médicaments, vantés par les uns, déprécié par les autres, le praticien manque du fil qui puisse lui servir de guide dans cet inextricable labyrinthe.

Pour savoir soigner une maladie, il faut la connaître, et les indications thérapeutiques à remplir doivent être subordonnées au siége et à la nature de l'affection. En général, moins une maladie est connue plus les méthodes qu'on lui oppose sont disparates et multipliées.

L'histoire du traitement du croup en est une preuve évidente. Il est peu de maladies contre lesquelles on ait épuisé plus de remèdes, souvent même très opposés dans leur action. Ainsi les uns n'ont trouvé de salut que dans les émissions sanguines, d'autres dans les vomitifs, d'autres enfin, et ce n'est pas le moins grand nombre, ont chacun prôné leurs spécifiques.

En lisant avec attention les écrits des anciens auteurs qui ont

traité cette matière, on voit que tous ces modes de traitements qui, groupés ensemble, nous choquent désagréablement par leur assemblage, avaient chacun leur raison d'être subordonnée à l'idée dominante sur la nature du croup. Quoi de plus rationnel en effet que les saignées pour les médecins qui ne voyaient dans le croup qu'une phlegmasie franche, que les antispasmodiques pour ceux qui n'y voyaient qu'une affection spasmodique?

Et de même pour tous les remèdes nouveaux qu'on a proposés dans ces dernières années contre l'infection diphthéritique, tels que le perchlorure de fer, les alcalins, etc., etc.

Partant de cette idée que la diphthérie était une maladie générale, les médecins qui ont recommandé ces médicaments ont cru pouvoir agir sur le sang; en le modifiant, empêcher la fibrine de s'épancher à la surface de la muqueuse respiratoire sous forme de pseudo-membrane et combattre la tendance à la formation du produit diphthéritique. C'est dans ce but que les uns ont cherché à plastifier le sang, à le coaguler avec le perchlorure de fer, les autres à le fluidifier avec les alcalins, etc., etc.

En examinant successivement les divers traitements proposés contre cette redoutable affection, nous ne pourrions donc nous empêcher de traiter incidemment la nature de la diphthérie.

Si nous n'avons pas suivi exactement le programme tracé par la Société : traitement local, traitement général, c'est que nous y avons trouvé l'inconvénient de nous exposer à des redites. Tel médicament, en effet, a deux actions, l'une locale, l'autre générale : par exemple le perchlorure de fer, les préparations mercurielles ; de même les émissions sanguines peuvent être locales et générales.

Nous avons préféré exposer successivement chaque médication, expliquer son origine, son mode d'action, les résultats qu'elle a fournis, et par suite en faire une critique parfois sévère, mais toujours impartiale.

PREMIÈRE PARTIE.

TRAITEMENT MÉDICAL.

I. — MÉDICATION ANTIPHLOGISTIQUE.

Pendant longtemps la méthode antiphlogistique a été considérée dans tous les pays comme la plus propre à combattre le croup. Tous les anciens auteurs préconisaient les émissions sanguines locales et générales, soit seules, soit jointes à d'autres modes de traitement. En vain quelques médecins s'élevèrent contre ce système, ce fut peine perdue; d'ailleurs ils furent peu nombreux et tous les médicaments qu'ils voulurent substituer aux antiphlogistiques, tels que les dérivatifs et les antispasmodiques, ne réussirent pas mieux. — Citons parmi ces médecins : Bard de New-York, dont Michaelis dit : « Le croup est une maladie inflammatoire et non putride, comme le pense Bard qui administre les antiseptiques et perd beaucoup de malades, tandis qu'un autre médecin d'ici (New-York) qui traite le croup comme une maladie inflammatoire, sauve presque tous ses malades. » Ce à quoi Desruelles ajoute dans son traité du croup : « Ces résultats de la pratique de Bard prouvent assez combien la théorie sur laquelle il l'avait fondée était vicieuse, pour que nous soyons dispensés de la combattre sérieusement. »

Il faut avouer, du reste, qu'aucun traitement ne paraissait plus rationnel. Le croup était pour tous une inflammation de la membrane muqueuse du larynx et de la trachée; quoi de plus naturel que de combattre cette inflammation par les saignées locales et générales; aussi voyons-nous les auteurs des mémoires envoyés au concours de 1809, Jurine, Vieusseux,

Albers, Double, insister sur l'emploi des antiphlogistiques. Les auteurs qui ont parlé après eux du croup adoptent le même traitement. Desruelles, Blaud et Royer-Collard lui-même, quoiqu'il eût dit que le croup était une inflammation spécifique.

Dès le début de la maladie, on avait recours à une application de sangsues, puis quand survenaient les accès de suffocation, on redoublait, et un grand nombre de médecins employaient la saignée préconisée par les uns au bras, et par d'autres à la veine jugulaire ou à l'artère temporale.

Par la saignée de la veine jugulaire, Bayley de New-York, Fieliz, Midleton, Borrowe, Cheyne et Dick prétendent avoir sauvé plusieurs enfants.

Duntze et Albers réussirent dans quelques cas en ouvrant l'artère temporale.

Plusieurs médecins anglais et américains, Bayley, Lyons et Dick se prononcèrent même en faveur de la saignée portée jusqu'à la syncope. Quelques observations parurent aussi en France à l'appui de cette opinion, signées par des médecins très recommandables : Delpech, Cruveilhier, Piorry, etc.

Cependant, jamais dans notre pays la saignée générale ne fut considérée comme un bon traitement du croup; mais il n'en fut pas de même des émissions sanguines locales faites au moyen de sangsues et de ventouses scarifiées appliquées sur le cou. On peut s'en convaincre en lisant les divers traités publiés sur le croup au commencement de ce siècle, et notamment celui de Desruelles, ouvrage bien fait, mais qui n'est qu'un long plaidoyer en faveur de la doctrine de Broussais.

Il faut aller jusqu'en 1826, époque à laquelle M. Bretonneau publia son traité de la diphthérite, dans lequel il établit nettement le vrai caractère de cette maladie et s'éleva énergiquement contre le traitement usité jusqu'alors.

« Quant au croup épidémique, dit cet auteur, je suis forcé de déclarer, contre l'opinion généralement adoptée, que les

émissions sanguines m'ont paru nuire et accélérer la propagation de l'inflammation diphthéritique. »

« A une époque où j'avais déjà reconnu l'insuffisance des émissions sanguines pour éteindre une inflammation qui ne cédait qu'à des applications immédiates, je crus encore qu'elles seraient propres à en modérer le progrès, je persistai surtout dans cette manière de voir, après avoir constaté que l'idée d'une altération putride et gangréneuse ne s'appuyait que sur une illusion, et j'y persistai d'autant plus volontiers, qu'elle me paraissait concilier les sentiments opposés des anciens et des modernes. En effet, dans le dix-septième siècle, l'application locale des caustiques avait prévalu et la saignée était tombée en grand discrédit, surtout si la maladie avait déjà fait des progrès; elle était alors condamnée, me disais-je, sur l'opinion préconçue du caractère septique de la maladie, tandis que tout simplement elle était sans efficacité contre la lésion mécanique, qui fait le principal danger de l'angine maligne. Mais les modernes ne se sont hâtés d'y recourir que pour prévenir la formation de la fausse membrane. »

« Cette manière de voir a, je l'avoue, quelque chose de si spécieux que je ne l'ai pas abandonnée sans beaucoup hésiter. j'ai dû cependant me rendre à l'évidence, en voyant trop souvent arriver le contraire de ce que j'avais espéré, j'ai la certitude que les symptômes du croup, loin d'avoir été retardés, se sont plusieurs fois manifestés après l'application des sangsues qui avait été conseillée dans l'intention de prévenir cette funeste maladie, que le plus léger mal de gorge faisait redouter. »

« Non seulement, ajoute-t-il plus loin, les symptômes ne sont pas ralentis par les émissions sanguines, mais encore ils semblent se développer, au contraire, avec une rapidité insolite chez des individus cachectiques, dont le sang a été décoloré et fluidifié par quelque médication antécédente. »

Dès lors, à mesure que la véritable nature du croup

oit pas être apprécié de cette façon, il faut un grand nombre e faits observés dans des conditions différentes, pourvu que la maladie soit toujours la même. Il est en effet bien reconnu maintenant qu'une foule de guérisons obtenues dans le croup par des traitements divers doivent être rapportées à la laryngite stridu-leuse ou au faux croup, maladie toujours bénigne.

Il faudrait admettre avec M. Barrier que tel traitement qui ne réussit pas en Touraine et à Paris où le croup est endémique, réussit mieux à Lyon et ailleurs où il ne s'observe que rarement et n'est jamais épidémique comme dans les localités que nous venons de citer; or, pareille supposition n'est pas admissible. Il est bien reconnu que les climats modifient la forme des maladies, que les maladies des pays chauds ne ressemblent pas toutes à celles de la France; mais il est aussi reconnu que les mêmes maladies qui s'observent sous des latitudes différentes, quoique présentant de grandes diversités dans leur marche, leur forme, n'exigent pas un traitement opposé. Citons par exemple les fièvres bilieuses des pays chauds et celles qu'on observe assez souvent à Paris pendant l'été.

Les émissions sanguines ne sont point les seuls antiphlogistiques énergiques qui aient été proposés et mis en usage; on a préconisé aussi les affusions froides et les contro-stimulants.

Nous renvoyons pour la médication contro-stimulante au chapitre dans lequel nous apprécions l'action des vomitifs et notamment celle du tartre stibié donné suivant la méthode rasorienne.

Les affusions froides ont été conseillées dans le croup par plusieurs auteurs allemands, Baumbach, Dijtersberg, Bischof, qui ont cité quelques cas de guérison, malheureusement trop peu nombreux encore pour qu'on puisse avoir une opinion arrêtée sur la valeur de cette méthode. Les affusions froides étaient administrées de la manière suivante : On plaçait l'enfant dans une baignoire et on lui versait sur toute la partie postérieure du tronc deux seaux d'eau à 12 ou 13 degrés. Outre son

« Il ne faut pas, dit-il, conclure du croup endémique ou épidémique au croup sporadique. Sans doute M. Bretonneau a pu dire avec juste raison que les émissions sanguines n'arrêtent et ne ralentissent point la marche de la diphthérie et que les symptômes semblent se développer avec une rapidité insolite chez les individus cachectiques, mais ces remarques ne peuvent être appliquées à tous les cas, et nous croyons que les émissions sanguines ne doivent pas être rejetées d'une manière absolue. Voici quels principes doivent diriger le praticien dans leur emploi : « Dans les croups sporadiques, à moins que le sujet ne soit très faible ou parvenu à la dernière période, il faut saigner au bras ou mettre des sangsues et faire quelquefois l'un et l'autre, suivant la nature des circonstances qu'on prend toujours en considération dans l'emploi des saignées en général, c'est-à-dire suivant l'âge, la force du sujet, la forme plus ou moins inflammatoire, et l'intensité du mal. »

Nous avons peine, pour notre compte, à comprendre cette distinction admise au point de vue du traitement par M. Barrier, entre les croups épidémiques et endémiques et les croups sporadiques. Nous admettons parfaitement que chaque épidémie revêt une forme particulière, un cachet spécial qui imprime telle ou telle modification au traitement ordinaire, mais nous ne croyons pas qu'il faille admettre deux traitements si dissemblables, l'un pour le croup sporadique, l'autre pour le croup épidémique. De deux choses l'une, ou la médication antiphlogistique est nuisible, ou elle ne l'est pas. Si elle l'est, ce dont nous sommes convaincus, elle l'est aussi bien pour le croup sporadique que pour le croup épidémique. Nous savons très bien que les croups sporadiques sont, en général, beaucoup moins graves que les croups épidémiques ; alors on obtient un nombre de guérisons bien plus considérable, quel que soit le traitement adopté, et c'est surtout dans ces cas qu'on a vu réussir la médication antiphlogistique ; mais un mode de traitement ne

dant il s'en est trouvé quelques-uns : Latour, père et fils, et Desessarts, qui regardaient les vésicatoires comme le remède par excellence du croup, les appliquaient dès l'invasion de la maladie, et le plus souvent en collier autour du cou.

Cependant tous les auteurs ne se sont point accordés sur l'efficacité de ce moyen. Home le regardait comme inutile ; Rumsey et Leisler s'élevèrent contre son emploi ; Borrowe avait remarqué que la plaie produite par le vésicatoire passait dans quelques jours à la gangrène et aggravait l'état général des malades. Mais ce fut le petit nombre. Albers et Portal pensaient que les vésicants avaient pour effet principal de vaincre le spasme des muscles du larynx : Jurine les recommande, et si quelques médecins imbus des doctrines de Broussais leur préfèrent les saignées locales et générales, ils n'osent pas cependant les condamner, et se bornent à proscrire leur application au cou ; car, en agissant ainsi, dit Desruelles [1], on s'ôte la faculté de recourir aux applications de sangsues, et on doit craindre de déterminer vers la tête une congestion à laquelle les malades sont disposés par l'inflammation et le gonflement qui en résulte.

M. Bretonneau, le premier, prouva le danger des vésicatoires en publiant la relation de l'épidémie de Chenusson, dans laquelle il observa plusieurs vésicatoires gangrénés chez des enfants atteints de diphthérite ; ne connaissant pas encore la diphthérite cutanée, il attribua cette complication à une disposition cachectique produite par le traitement mercuriel.

Les épidémies qui vinrent après celle de Chenusson montrèrent bientôt que l'ulcération du derme était une porte ouverte à la diphthérie et prouvèrent le danger de ce mode de traitement.

Nul ne s'est élevé contre cette pratique avec plus de verve et

[1] Traité du Croup. — Desruelles.

plus de bon sens que le professeur Trosseau.[1] « Que l'on veuille bien y réfléchir, disait-il, et l'on comprendra sans peine à quel point il est absurde, l'expression n'est pas trop dure, d'espérer quelque chose des vésicatoires dans cette affection. Supposons la fausse membrane tapissant le larynx, il ne s'agit plus alors de lutter contre la phlegmasie qui a été la cause de ces sécrétions couenneuses, on est en présence d'un corps étranger obstruant le passage de l'air dans l'arbre respiratoire : la fausse membrane n'est pas autre chose. Que prétendra-t-on faire avec des révulsifs, avec des vésicatoires, dont l'action est essentiellement dynamique, contre une lésion toute mécanique ? Autant vaudrait les appliquer sur le cou d'un enfant suffoqué par un haricot qui serait passé dans la trachée. Assurément vous traiteriez d'insensée la conduite d'un chirurgien qui agirait ainsi dans une circonstance semblable, et cependant ce chirurgien ne ferait rien autre chose que ce que fait un médecin lorsqu'il espère guérir le croup par les révulsifs cantharidiens.

Il y a cette énorme différence, toutefois, que dans le premier cas si le traitement est inutile, du moins n'a-t-il aucun inconvénient, tandis que dans le second cas, les suites peuvent avoir les plus terribles conséquences. »

On sait en effet que chez un malade atteint de diphthérie, une plaie, un eczéma, la plus petite solution de continuité des téguments peut être le siége de nouvelles manifestations de la maladie. Une fois la diphthérie cutanée déclarée, on a beau lutter contre la maladie locale, on est impuissant contre les symptômes d'intoxication générale si fréquents dans cette forme de diphthérie.

Aussi nous proscrivons complétement les vésicatoires dans les affections diphthériques ; mais encore nous recommandons de suivre la pratique usitée dans les hôpitaux d'enfants de Paris,

[1] Clinique de l'Hôtel-Dieu.

qui consiste à nej amais employer de vésicatoire, n'importe dans quelle affection, tant que règne une épidémie de diphthérie.

Les mêmes dangers sont attachés à l'emploi de tous les médicaments employés en frictions qui peuvent dénuder le derme : tels l'huile de croton, la pommade stibiée. Plusieurs modes de traitement qui rentrent dans la médication révulsive ne méritent pas les mêmes reproches : tels les ventouses sèches et les bains sinapisés.

Les ventouses sèches peuvent être utiles au début de l'affection pour combattre la période de sécrétion catarrhale qui précède toujours la formation des fausses membranes, et sont surtout indiquées lorsqu'il y a à redouter une complication thoracique. Mais il faut bien se garder qu'elles produisent la vésication et par suite la dénudation du derme.

Les sinapismes, bains sinapisés, etc., etc., n'ont pas cet inconvénient; ils agissent simplement comme rubéfiants. Fréquemment répétés et appliqués sur des surfaces étendues, on en obtient de très-bons effets. Albers raconte qu'il ne sauva son fils atteint pour la cinquième fois du croup (était-ce bien un croup véritable ?) et menacé d'un danger imminent, qu'en tenant ses pieds et ses jambes couverts d'un sinapisme pendant vingt-quatre heures. Plusieurs médecins, entre autres Rilliet, de très-regrettable mémoire, disent s'être très-bien trouvés de faire envelopper les enfants dans un drap trempé dans de l'eau fortement sinapisée. Les bains de vapeur ont aussi été employés, et M. le professeur Natalis Guillot fait l'éloge de ce moyen dont il se sert avec succès.

Lavements purgatifs : N'ont jamais été usités en France, mais à l'étranger. En Angleterre, Home, Michaelis, Crawford, les employaient souvent. Autenrieth vantait beaucoup les lavements de vinaigre, et y joignait le singulier précepte d'ajouter par chaque lavement d'eau de son, autant de cuillerées de vinaigre fort que l'enfant avait d'années.

III. — MÉDICATION ALTÉRANTE.

Calomel. En tête nous plaçons les préparations mercurielles qui ont eu longtemps une grande réputation dans le traitement du croup.

Les médecins de l'Amérique septentrionale sont les premiers qui ont mis le mercure au nombre des moyens spéciaux qu'on peut opposer au croup. Thomas Rond, de Philadelphie, mort en 1785, passe pour avoir donné le premier le calomel dans le croup. Bard, Bayly, Douglas, et surtout Rush en ont dans la suite tellement exalté les avantages que, selon Valentin, tous les médecins des Etat Unis étaient partisans de ce remède. Ils pensaient qu'en augmentant les sécrétions muqueuses de la bouche et de l'arrière-gorge, qu'en donnant plus de fluidité aux matières sécrétées, le mercure pourrait prévenir la formation de la fausse membrane. Bard associait l'opium au calomel dans la proportion de 1/16e, ce qui devait modifier l'action nuisible de ce sel. Mais plusieurs médecins, Rush entre autres, regardaient cette addition comme nuisible en empêchant l'effet du purgatif.

Rien de plus variable que les doses qu'ils prescrivaient. Les uns, comme Bard, ne donnaient que 4 à 6 grains (20 à 30 centigrammes) dans un jour. D'autres, tels que Rush, administraient 12 à 24 grains (60 à 120 centigr.). Le docteur Physick portait ce sel jusqu'à la dose d'un demi-gros (2 grammes) dans un seul jour chez des enfants âgés de moins d'un an. Il prétendait qu'à cette dose le calomel produisait un effet contro-stimulant (counter action) et une puissante révulsion sur les intestins.

Parmi les médecins anglais qui avaient adopté l'usage du calomel dans le traitement du croup, Valentin cite Dobson,

Cheyne et surtout Hamilton (James)[1]. Ce praticien donnait 1 à 2 grains (5 à 10 centigr.) toutes les heures, chez les enfants d'un an, 3 grains (15 centigr.) à ceux de deux ans, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la respiration fût plus libre. Alors il cessait graduellement en laissant d'abord deux heures d'intervalle, puis 3 et 4, selon les symptômes.

Les médecins de l'Allemagne et du Nord de l'Europe ont renchéri sur les Américains et les Anglais en joignant au calomel les frictions mercurielles. L'un d'eux, Autenrieth, imagina de faire du mercure la base de la curation du croup. Il entreprit d'éteindre l'inflammation des voies aériennes en en déterminant une autre sur l'intestin.

Il administrait le calomel dès le début, et en donnait d'abord autant de grains que l'enfant avait d'années; mais au plus fort du mal, il élevait la dose du remède autant que possible. Il employait communément 15 à 20 grains de calomel (75 centigr. à 1 gr.) dans vingt-quatre heures et faisait administrer simultanément des lavements fortement vinaigrés, dans le but d'exciter davantage les intestins sur lesquels il voulait déterminer une forte fluxion. Autenrieth dit avoir obtenu beaucoup de succès par cette méthode, mais il n'a pas manqué de censeurs qui ont accueilli avec défiance les résultats qu'il avait annoncés. Jurine et Michaelis furent de ce nombre.

En France, la médication altérante ne fut jamais recommandée qu'en seconde ligne, après les médications antiphlogistique et vomitive. M. Bretonneau, un des premiers, employa les mercuriaux avec succès et mit ce traitement en honneur; il donnait 0,20 de calomel d'heure en heure, et faisait faire en outre des frictions avec 2 grammes d'onguent napolitain toutes les trois heures. Tout en se louant de cette méthode, M. Bretonneau en signala en même temps des inconvénients très-

1 A treatise on the menagement of female complaint

graves, sur lesquels nous allons insister tout à l'heure. C'est pourquoi le traitement suivant, dû à M. Miquel d'Amboise, fut bien plus employé.

M. Miquel d'Amboise recommande de donner alternativement toutes les deux heures 0,01 de calomel et 0,15 d'alun en poudre. Il espérait ainsi diminuer la plasticité du sang et favoriser l'absorption des produits organiques déjà déposés sur les muqueuses. En l'administrant d'après sa méthode, il pensait prévenir les accidents mercuriels et limiter la sphère d'action de l'agent thérapeutique à la partie qui est affectée dans le croup.

Depuis un certain nombre d'années, la médecine altérante est complètement tombée en discrédit, et nous n'hésitons pas, avec M. Trousseau, à la regarder comme aussi funeste que les émissions sanguines.

Examinons, en effet, quelle est l'action du mercure sur l'économie.

Les préparations mercurielles introduites dans l'économie agissent dans trois phases distinctes. Dans la première : action topique sur les muqueuses, irritante au point de devenir caustique ; c'est ainsi que les mercuriaux purgent en agissant directement sur l'intestin. Deuxième et troisième phase : absorption et action générale consécutive à l'absorption ; action altérante, véritable cachexie prouvée par le refroidissement des sujets, l'état de dissolution et de fluidification du sang, amenant des hémorrhagies et des gangrènes.

Le mode d'action du mercure était un grand argument en sa faveur. Que pouvez-vous trouver de mieux que le calomel? disent les partisans de la médication altérante. Le calomel agit d'abord directement, topiquement sur la muqueuse du pharynx, modifie sur son passage et les fausses membranes déjà organisées et la muqueuse qui allait devenir le siége de sa production,

puis est absorbé et agit alors comme altérant, c'est-à-dire diminue l'état inflammatoire de l'organisme ; puis élimine, d'une action directe et spécifique sur les membranes muqueuses, particulièrement celles des bronches, du larynx, du pharynx et de la bouche, et augmente la sécrétion du mucus si nécessaire pour favoriser le décollement et l'expulsion des fausses membranes.

Sans entrer ici dans les discussions théoriques sur la nature du croup et le mode d'agir des médicaments, nous dirons simplement que l'on a renoncé aux préparations mercurielles parce qu'on y a reconnu les inconvénients suivants :

1° Si le mercure est donné à l'intérieur :

La salivation, qu'il est impossible de prévoir ; car on voit des doses très petites produire une salivation très grave, tandis qu'à côté un enfant dans les mêmes conditions, mais de constitution différente, supporte impunément de fortes quantités de calomel.

Les ulcérations des gencives, la *gangrène* de la bouche.

Des diarrhées incoercibles, verdâtres, purracées.

Des hémorrhagies et un véritable état cachectique qui vient compliquer la forme souvent adynamique de la maladie.

2° S'il est employé à l'extérieur en frictions :

Des éruptions mercurielles.

Des érysipèles et des phlegmons du cou.

Et enfin des *ulcérations* qui peuvent ainsi devenir le siége d'une diphthérie cutanée, terrible complication.

Enfin, à propos des accidents causés par le traitement mercuriel, M. Bienfait, de Reims, a constaté quelques faits de diphthérie survenant chez des sujets soumis à ce traitement, notamment chez des accouchées menacées de péritonite et traitées par les frictions d'onguent napolitain ; toujours il a vu la mort survenir très rapidement en deux ou trois jours et d'une façon subite.

Après les préparations mercurielles, viennent les alcalins sur lesquels on a fondé de grandes espérances. Le bicarbonate de soude, les chlorates de potasse et de soude en France, le carbonate de potasse en Allemagne sont les préparations qui ont été surtout expérimentées.

Bicarbonate de soude. Marchal de Calvi est un des premiers promoteurs de la médication alcaline. Il avait été porté à l'administrer d'après cette idée théorique que les alcalins ayant la propriété de ramollir et de dissoudre la fibrine, c'était le plus sûr et le meilleur moyen d'agir sur la fausse membrane. Nous ne suivrons pas M. Marchal dans les considérations qu'il a cru devoir émettre pour appuyer cette idée et nous ne discuterons pas avec lui la question de savoir si le sang contient plus de fibrine dans la diphthérie.

Marchal emploie le bicarbonate de soude en potion à la dose de 12 grammes par jour, 1 gramme par heure ; Baron, médecin de l'hôpital des Enfants-Assistés de Paris, employait le bicarbonate de soude sous forme d'eau de Vichy naturelle ou artificielle, soit simplement dissous dans un julep gommeux. La dose était de 4 à 12 grammes par jour. Un moyen presque mathématique d'atteindre et de ne pas dépasser la dose convenable, consiste à se faire présenter tous les jours l'urine des petits malades et d'y tremper un papier de tournesol rougi. La quantité ingérée sera suffisante quand l'urine sera devenue un peu alcaline.

Comme nous n'avons jamais employé ni vu employer la médication alcaline, nous allons indiquer, d'après les auteurs, quelles sont les conditions nécessaires pour que ce médicament réussisse.

Le traitement alcalin doit être commencé dès le début. Il ne peut rien contre la fausse membrane elle-même ; quand la médication est commencée à temps dans la période prodromique ou même dans la première période, quand l'exanthème n'est pas

très confluent et qu'on a soin de tenir le malade sous l'influence du médicament pendant 5 à 6 jours, on en obtient les plus heureux résultats.

Donnés trop tard, mal à propos, à dose insuffisante, les alcalins n'agissent plus, ce qui explique pourquoi cette méthode compte si peu de partisans.

Il n'en est pas de même d'autres sels alcalins qui ont une efficacité incontestable contre les affections diphthéritiques, tels que le chlorate de potasse et le chlorate de soude que nous ajoutons ici comme appendice à la médication altérante.

Chlorate de potasse. C'est le seul médicament, à notre connaissance, dont la propriété dissolvante des fausses membranes ne puisse être contestée. Son efficacité admise par tout le monde dans le traitement de l'angine et de la stomatite diphthéritique est plus contestée lorsqu'il s'agit du croup.

Robert Thomas de Salisbury est le premier médecin qui l'ait proposé comme antiseptique contre l'angine maligne.

Plus tard, Hunt, West, Babington en Angleterre, Henoch en Allemagne, l'employèrent contre la gangrène de la bouche chez les enfants.

Mais ces faits étaient restés dans l'oubli lorsqu'en 1855 MM. Herpin de Genève et Blache appelèrent l'attention des praticiens français sur l'utilité du chlorate de potasse dans la stomatite mercurielle. M. Blache étendit bientôt son expérimentation aux autres espèces de stomatite et obtint des succès remarquables dans la stomatite ulcéro-membraneuse et dans l'angine couenneuse.

L'emploi de ce médicament est très rationnel. Des nombreuses expériences de M. Isambert, il résulte que le chlorate de potasse est éliminé par la plupart de nos sécrétions. Les deux voies principales d'élimination sont l'urine et la salive. Cinq minutes après avoir pris le chlorate, le réactif en accuse déjà des traces dans la salive et on en retrouve pendant un espace de

temps qui varie de 15 à 36 heures. Le principal phénomène physiologique est une salivation marquée qui exerce une action rapide sur les fausses membranes. Dans plusieurs cas où ce médicament a été sans effet, nous avons remarqué que la salivation avait fait complètement défaut ; et cependant la dose était toujours la même. On le donne habituellement à la dose de 4 grammes dans une potion gommeuse de 120 grammes, et on dissimule sa saveur par une forte quantité de sirop d'écorces d'oranges. La plupart des enfants que nous avons observés prenaient très bien cette potion. On a aussi fait des pastilles de chlorate de potasse, chacune contient 20 centigr. de ce sel, mais on comprend qu'il faille absorber un grand nombre de pastilles pour arriver à la dose de 4 grammes. Nous avons essayé cette préparation les enfants s'en dégoutaient promptement, et ces pastilles leur causaient une soif très vive. Nous n'avons donc pas retrouvé dans les pastilles de chlorate de potasse tous les avantages que leur attribue M. Callerier dans le traitement préventif de la stomatite mercurielle.

Personne ne conteste plus l'utilité du chlorate de potasse dans le traitement de l'angine couenneuse, mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit du croup. Préconisé d'abord comme un spécifique infaillible il a été au bout de quelques années rejeté comme infidèle. Exagération de part et d'autre. Jamais, nous le craignons du moins, on ne trouvera un remède spécifique contre la diphthérie, pas plus que contre les autres maladies toxiques, telles que le typhus, etc., etc., et d'un autre côté nous croyons utile de prescrire le chlorate de potasse dans tous les cas de croup, sans pour cela prédire une prompte guérison. Plusieurs observations insérées dans le mémoire de M. Isambert sur le chlorate de potasse, renferment des faits de guérison obtenus sans aucun autre traitement. Après lui MM. André et Millard, dans leur thèse, vantèrent ce médicament et se louèrent de ses bons résultats dans le croup.

Au moment où nous écrivons ces lignes, le chlorate de potasse a beaucoup perdu de sa faveur, même à l'hôpital des enfants ; cependant il est toujours employé dans le service de M. Blache, et sans avoir une opinion bien arrêtée sur son efficacité dans le croup, nous recommandons son emploi en citant cette conclusion de la thèse de Millard :

« Le chlorate de potasse me semble favoriser souvent la guérison des opérés, et, comme, en tout cas, il est parfaitement inoffensif, je ne vois aucun inconvénient à l'administrer. »

IV. — MÉDICATION VOMITIVE.

Les vomitifs ont de tout temps été employés dans le croup. Recommandés par des anciens auteurs, leur utilité est généralement reconnue. On peut dire que la médication vomitive est la seule qui ait obtenu l'assentiment général ; à toutes les époques l'émétique était le médicament employé. Albers, Borrowe, Michaëlis, Crawfort, Rush le regardaient comme le médicament héroïque par excellence dans le traitement du croup. Nous ne discuterons pas avec Pinel, Portal, Schyllgué, Desessart et Royer-Collard, s'il faut administrer les émétiques à la première ou à la seconde période du croup, ou s'il faut réserver ce traitement pour les cas de croup sthénique.

Les vomitifs doivent être employés dès le début et fréquemment répétés, de la sorte on en obtient de bons effets. C'est ce qu'a montré Valleix par son relevé ; dans 53 cas tirés de divers auteurs, on a employé l'émétique et l'ipécacuanha comme médications principales 31 fois, et il y a eu 15 guérisons, c'est-à-dire près de la moitié ; tandis que dans 22 autres où les vomitifs n'ont été donnés qu'avec parcimonie, il n'y a eu qu'une seule guérison. Différence énorme, qui, malgré le petit nombre des

observations, ne doit pas être considérée comme une simple coïncidence.

En effet, parmi les 31 sujets traités par les vomitifs énergiques, 26 ont rendu des fausses membranes dans les efforts du romissement, et de ce nombre 15 ou près des 3/5 ont guéri. Les 5 autres au contraire, n'ont pas rendu un seul fragment de fausse membrane, et sont morts. Restent maintenant les 22 sujets chez lesquels les vomitifs n'ont été employés que d'une manière timide et comme médication secondaire. De ce nombre 2 ont rejeté des fausses membranes et 1 a guéri; les 20 autres n'ont pas rendu de lambeaux pseudo-membraneux et sont tous morts.

A ce relevé nous devons joindre les 24 cas de croup cités par le docteur Gaussail, dans lesquels dès le début on avait administré le tartre stibié uni à l'ipéca, 3 malades seulement ont succombé, et chez ces derniers le médicament avait été mal administré.

Les faits que nous avons observés ne nous permettent pas de promettre toujours par ce traitement un aussi grand nombre de guérisons. En effet, nous avons vu un certain nombre de malades guéris du croup par les vomitifs; mais nous en avons vu encore un bien plus grand nombre chez lesquels ce traitement, inauguré dès le début avec la même surveillance, n'a pu empêcher les progrès de la maladie et préserver les malades de la trachéotomie.

Quoi qu'il en soit, nous regardons la médication vomitive comme la meilleure dans le traitement du croup. L'administration du vomitif est presque toujours suivie d'un soulagement momentané, et en y revenant 2 à 3 fois par jour comme nous l'indiquerons tout-à-l'heure, on réussit à s'opposer aux progrès de l'asphyxie.

Nous devons cependant signaler ici un inconvénient que nous

avons observé plusieurs fois à la suite de l'administration des vomitifs. Il arrive quelquefois que les efforts des vomissements n'ont pas été suffisants pour expulser la fausse membrane ; elle reste seulement détachée, flottante ; et dans ces cas vient obstruer la glotte et amène des accès de suffocation très graves. C'est ainsi que nous avons été témoins de plusieurs faits dans lesquels le malade se trouvait beaucoup plus oppressé après les vomissements, et plusieurs fois même nous avons observé des accès de suffocation tellement graves qu'il a fallu avoir recours à la trachéotomie.

Heureusement ces cas sont rares, et en général un second vomitif, si toutefois l'état de l'enfant le permet, suffit pour faire disparaître ces accidents de suffocation en amenant l'expulsion de la fausse membrane.

La seule méthode de traitement médical qui nous ait donné de bons résultats dans le croup réside dans l'emploi des vomitifs, mais ces médicaments n'agissent que comme procédé mécanique en expulsant les fausses membranes par les efforts du vomissement. Il ne faut donc pas chercher à obtenir une action générale comme l'ont proposé quelques médecins en donnant le tartre stibié à haute dose.

Autrefois l'émétique était le seul vomitif employé ; plusieurs autres ensuite ont eu la vogue, ce qui tient à ce qu'on les a vantés en même temps comme des spécifiques, tels sont le sulfate de cuivre et le polygala.

Nous allons donc successivement examiner les divers médicaments employés dans le croup pour obtenir un effet vomitif, en ayant soin de faire ressortir les inconvénients et avantages attachés à chacun d'eux.

Ipécacuanha : C'est le seul employé à l'hôpital des enfants. L'ipéca produit très bien le vomissement et n'a aucune influence dépressible sur l'état général. Son seul inconvénient, quand il est répété, est de causer de la diarrhée.

C'est pourquoi, au lieu de le donner d'une façon continue et prolongée, il vaut bien mieux le prescrire à petite dose pour provoquer seulement deux à trois vomissements et y revenir dans la journée, si le premier vomitif n'a pas été suivi d'amélioration. En agissant ainsi, on ne fatiguera pas les enfants qui pourront s'alimenter, et on évitera les effets purgatifs du médicament. Cependant il ne faut pas revenir au vomitif plus de trois fois par jour.

La meilleure préparation de l'ipéca, à notre avis, est le sirop; on le donne à la dose de 30 grammes auxquels on ajoute 50, 60, 80 centigrammes et même un gramme de poudre suivant l'âge de l'enfant, à prendre par cuillerées à café de cinq en cinq minutes jusqu'à 2 à 3 vomissements. L'effet obtenu, on suspend pour recommencer quelques heures après si l'on n'a pas obtenu d'amélioration.

Rarement nous avons vu l'ipéca, le vomitif successif par excellence, manquer son effet. Il faut en excepter les enfants jeunes au dessous de 2 ans chez lesquels la tolérance de ce médicament s'établit plus facilement.

Le tartre stibié seul, soit aussi à la poudre d'ipéca, est aussi un très bon moyen à employer. Nous le recommandons aussi, mais à petite dose, 10 centigrammes au plus. Si nous ne le mettons qu'en seconde ligne après l'ipéca, c'est qu'il ne réussit pas là où l'ipéca a échoué, et a de graves inconvénients, tels que de causer aux enfants une soif vive, atroce, quelquefois insupportable; de produire des diarrhées avec selles verdâtres, porracées, très rebelles, et enfin de jeter les petits malades, quand son emploi est longtemps continué, dans un état adynamique très grave, caractérisé par la prostration, pâleur du visage, tendance aux hypothimies et aux syncopes.

Nous ne saurions donc trop blâmer un nouveau mode d'administration du tartre stibié qu'on a préconisé dans ces derniers temps, et qui consiste à traiter le croup par la potion stibiée

à haute dose continuée sans interruption pendant un certain temps. Des médecins qui ont proposé ce moyen, les uns ont cherché que l'effet vomitif, les autres ont cru obtenir une action générale sur l'économie, une action hypothénisante, antiphlogistique. A ce titre, le tartre stibié devrait être placé par nous dans le chapitre où il a été question de la médication antiphlogistique; mais pour ne pas scinder l'histoire d'un médicament, nous avons préféré indiquer ici et les résultats qu'on a obtenus par cette méthode, et les inconvénients que nous y avons trouvés.

L'émétique, comme contre-stimulant, avait été proposé, mais non employé par Laënnec. Plusieurs médecins parmi lesquels M. Bazin, avaient cité quelques cas de guérison de croup par l'emploi du tartre stibié à dose rasorienne; mais ces faits étaient presque oubliés, lorsqu'en 1859 MM. Bouchut et Constantin d'Amiens remirent ce traitement en honneur.

Ces deux médecins employaient la formule suivante :

M. Bouchut : Julep gommeux 100 gr.
Sirop diacode 15 gr.
Tartre stibié 50 à 75 centigrammes,

une demi-cuillerée à bouche à prendre toutes les heures.

M. Constantin : Julep gommeux 250 gr.
Sirop de morphine 60 gr.
Emétique 1 gr.

Ce dernier médecin emploie le tartre stibié à haute dose avec audace, puisqu'il a administré à des enfants de 3 à 4 ans, jusqu'à 9 grammes d'émétique[1] dans l'espace de 3 à 4 jours, et il n'a jamais observé d'accidents, si ce n'est quelques légères éruptions stibiées.

A l'appui de son traitement, M. Constantin cite 46 guérisons sur 53 cas de croup.

[1] Gazette des hôpitaux. 1859.

M. Bouchut commença par donner 5 observations de croups confirmés guéris par ce moyen. Dans deux cas il y avait eu rejet de fausses membranes[1].

Dès lors l'élan était donné, et l'on trouve dans les journaux de médecine plusieurs observations de guérison de croup, toutes à l'appui de cette méthode.

M. Nonat a obtenu 3 guérisons sur 3 cas.

Le docteur Bedère publia une observation dans laquelle une petite fille d'une très chétive constitution guérit après avoir pris en 3 jours 1 gramme 50 centigrammes d'émétique.

Le docteur Ricordeau une observation.

Le docteur Baizeau 3 observations[2].

Si bien que M. Bouchut put recueillir un relevé de 88 guérisons sur 115 cas de croup.

Nous ne voulons nullement contredire ici les chiffres donnés par M. Bouchut, mais nous ferons seulement observer que dans cette statistique entrent les 59 cas pirés de Valleix, et dans lesquels l'émétique n'avait pas été employé seul, ou du moins n'avait pas été administré par cette méthode que nous n'hésitons pas à qualifier d'irrationnelle.

Le tartre stibié, dit M. Bouchut, est dans ces cas employé comme dans la pneumonie aiguë, et sauf exception il ne produit pas d'affaiblissement ni de prostration inquiétante.

Nous allons montrer tout-à-l'heure que tous les médecins n'ont pas été si heureux que M. Bouchut ; mais nous ne pouvons laisser passer sous silence ce rapprochement entre deux maladies si différentes telles que la pneumonie aiguë et la diphthérie. Nous comprenons très bien le traitement de la pneumonie, maladie inflammatoire par excellence, par le tartre stibié ; mais nous ne comprenons pas qu'on puisse guérir par le même moyen une

[1] Journal de Médecine pratique. 1859.

[2] Gazette des hôpitaux 1859. N° 48.

maladie éminemment septique comme la diphthérie, maladie dans laquelle on rencontre si souvent dès le début, faiblesse générale, prostration, pâleur de visage, absence de réaction fébrile et état adynamique assez prononcé.

Bien avant M. Bouchut, M. Gigon d'Angoulême, dès l'année 1853 employait l'émétique à haute dose contre le croup. Il ne cherchait pas dans le médicament l'effet vomitif, mais il croyait que l'émétique agissait en s'adressant directement à la diathèse morbide.

« A dose vomitive, dit-il, on ne combat qu'un accident, l'obstruction du larynx. Tandis que l'émétique à haute dose, ce fluidifiant par excellence, combat la diathèse morbide sous l'influence de laquelle l'albumine du sang se concrète et passe à l'état de membrane. De la sorte, le médicament s'attaque à l'essence, à la spécificité même de la diphthérie. »

Ce médecin croit que les croups que l'on a prétendu avoir guéris par les vomitifs donnés coup sur coup, étaient bien moins par l'action vomitive que par l'émétique absorbé par les petits malades.

A la théorie de M. Gigon, nous répondons ceci :

Il est à peu près admis généralement que la diphthérie est une maladie générale, *totius substantiæ*, or, une des preuves les meilleures que l'on puisse donner à l'appui de cette opinion, consiste dans une altération particulière du sang trouvée à l'autopsie d'enfants ayant succombé aux formes les plus graves de diphthérie infectieuse, altération caractérisée par une coloration noire *sépia* avec un état diffluent et poisseux du sang, qui n'est coagulé nulle part, ni dans les gros vaisseaux, ni dans le cœur. Si donc dans la diphthérie il existe, comme le prouvent les recherches cadavériques, une disposition à la fluidification du sang qui est la cause ou l'effet de la maladie, à quoi bon donner un médicament qui a la propriété d'augmenter cet état fluidi-

fiant. N'est-ce pas donner de nouvelles forces à la maladie et l'activer au lieu de la combattre?

M. Kerturn de Dobran recommande de même le tartre stibié, non comme vomitif, mais comme modification générale.

M. Chapelle d'Angoulême, comme son confrère M. Gigon, employait le même traitement. En 1852 il envoyait à l'Académie de médecine un mémoire sur le traitement du croup par le tartre stibié à dose rasorienne.

Mais en 1859 il envoie un second mémoire dans lequel il déclare que les succès obtenus au début de cette médication ont été suivis de revers si nombreux, qu'il a été forcé de l'abandonner.

Dans les hôpitaux d'enfants de Paris, cette méthode n'a jamais donné de bons résultats, loin de là, elle est regardée comme nuisible. Pour s'en convaincre il suffit de lire les thèses des anciens internes de ces hôpitaux, la plupart soutenues sur le croup et la diphthérie.

Citons seulement quelques faits de la thèse de M. Garnier [1], qui expose les faits de diphthérie observés dans le service de son maître, M. Barthez, à l'hôpital Ste. Eugénie, pendant l'année 1859; nous extrayons le passage suivant à l'article *Traitement du Croup* :

Émétique à haute dose. Ce mode de traitement a été employé six fois. Dans trois cas la trachéotomie dut être pratiquée, et les trois sujets succombèrent.

Le premier enfant fut soumis dès le début du croup, et prit ce médicament pendant 3 jours à la dose de 0,20; des vomissements abondants sans diarrhée se produisirent; mais la dyspnée n'en fit pas moins des progrès; et l'opération devint nécessaire. Les deux autres sujets prirent seulement pendant un jour 0,20 d'émétique; chez l'un il détermina de la diarrhée sen-

[1] Garnier. Thèse de Paris. 1860.

lement, chez l'autre de la diarrhée et des vomissements. Nous ne parlons pas d'un quatrième enfant chez lequel les premières cuillerées d'une potion de 0,60 centigr. déterminèrent une telle diarrhée, qu'on dût en suspendre l'emploi. Sous l'influence des préparations stibiées, trois enfants ont échappé à la trachéotomie; le premier prit pendant 4 jours 0,20 centigr. d'émétique; le premier jour il eut des selles abondantes, et les autres jours de la diarrhée et des vomissements. La première période du croup ne fut pas dépassée, mais le sujet mourut subitement alors que les accidents dangereux avaient disparu.

« Le deuxième prit pendant 3 jours 0,20 centigr. d'émétique, et eut des vomissements et de la diarrhée, il guérit.

« Le troisième enfant fut le plus gravement atteint, et l'asphyxie en vint à un tel point, que l'opération fut jugée nécessaire; chez lui l'émétique présenta cette particularité, que l'effet vomitif ne se manifesta souvent que six ou sept heures après son ingestion. Six potions de 0,20 centigr. furent administrées, et la guérison obtenue. On le renvoya dans sa famille; mais deux ou trois jours après, il succomba subitement.

Les faits qui nous sont personnels sont au nombre de six, et fournissent les mêmes résultats.

Sur 6 enfants qui furent soumis à la potion stibiée, 3 la prirent pendant 2 jours; selles nombreuses et vomissements; l'asphyxie n'en fit pas moins des progrès et la trachéotomie dut être pratiquée; chez 2 autres enfants les premières cuillerées de la potion déterminèrent une telle diarrhée avec prostration et pâleur de la face, qu'on fut forcé de la suspendre.

Enfin, le dernier mourut subitement après avoir pris la potion stibiée pendant une journée.

Ces faits ne sont pas assez nombreux pour que nous puissions en tirer une conclusion absolue, ils prouvent seulement qu'il y a des cas où le tartre stibié à haute dose est nuisible.

Nous ferons aussi la réflexion suivante : Sur 12 cas, nous avons eu 3 morts subites.

Les observations de mort subite dans la diphthérie ne sont pas rares comme dans toutes les maladies septiques, telles que la fièvre puerpérale, la variole hémorrhagique, la scarlatine maligne, etc., mais jamais cet accident ne se montre en si grande proportion. Le médicament n'aurait-il pas été pour quelque chose dans cette terminaison si fâcheuse?

Sulfate de cuivre. Comme vomitif ce médicament est assez employé, et plusieurs auteurs le mettent même au-dessus de l'ipécacuanha et du tartre stibié ; nous-mêmes avons vu le sulfate de cuivre amener le vomissement chez des enfants qui avaient déjà pris, mais en vain, des doses assez fortes de sirop et de poudre d'ipéca. Le docteur Hoffmann, en 1821, est le premier qui a préconisé son emploi.

Le professeur Stœber, de Strasbourg, en fait les plus grands éloges. Il faut l'administrer à petites doses, 20, 30 à 40 centigrammes au plus. On lui a reproché d'être très irritant pour la muqueuse stomacale et de produire des douleurs gastriques assez vives.

En outre ce médicament a été préconisé comme altérant et spécifique. Pour cet effet, on le donne en poudre à doses réfractées et on le continue pendant plusieurs jours. Cette méthode a été surtout employée par les médecins d'Outre-Rhin.

Kermès. Jamais administré comme vomitif, mais seulement comme expectorant.

Sulfure de potasse. Proposé pour la première fois par l'auteur d'un des mémoires envoyés au grand concours de l'année 1808, ce sel a été vanté comme spécifique assuré, puis il est tombé dans un discrédit complet. Sa saveur désagréable, la difficulté de le faire prendre aux jeunes malades, en ont été sans doute la cause. On trouve cependant dans les auteurs quelques exemples inconstestables de guérison du croup par ce médicament. Mau-

noir, de Genève, s'en est bien trouvé à la dose de 60 à 90 centigr. en 24 heures dans un looch blanc.

Le sulfure de potasse dans quelques cas ne produit pas d'évacuations alvines ni de vomissements, d'autres fois il purge abondamment. On lui reproche de provoquer des accidents graves, des vomissements, des coliques et une diarrhée colliquative, de blanchir l'intérieur de la bouche et de produire des douleurs épigastriques.

C'est un médicament qu'il faut donner avec prudence. On en prescrira 10 à 20 centigr. au plus toutes les 7 heures, de manière à ne pas dépasser un gramme en 24 heures. Il vaut mieux le donner en sirop. Klaproth a inventé un sirop dont la composition ne diffère pas de celui de Chaussier.

On mêle 80 centigr. de ce sel avec 30 grammes de sirop simple, et toutes les 2 heures on donne une cuillerée du mélange.

Dans cette avant-dernière année, le docteur Bienfait, de Reims, a publié [1] un travail dans lequel il vante ce médicament. Son mémoire est un résumé sommaire d'une pratique de 11 années, pendant lesquelles il a eu à traiter 16 cas de croup primitif. Sur ce nombre, 10 appartiennent à une première période pendant laquelle il employait le traitement ordinaire, mercuriaux vomitifs, etc. etc.; 7 moururent et 2 dans la convalescence, un seul guérit.

Les 6 autres cas forment une catégorie dans laquelle le foie de soufre est venu remplacer le calomel comme base de médicament; 6 cas, 3 succès. La dose employée était 15 centigrammes dans un looch de 120 gr.

M. Bienfait dit n'avoir jamais observé les accidents produits par ce médicament, ce qui tient sans doute à la dose peu élevée à laquelle il l'administrait.

[1] Gazette hebdomadaire. 1859.

Comme appendice à la médication vomitive, nous plaçons ici quelques médicaments qui, à haute dose, peuvent produire des vomissements, mais qui ne sont jamais employés que comme expectorants.

Polygala. Citons d'abord le polygala qui rend de très-grands services dans les affections catarrhales des bronches qui accompagnent si souvent le croup et qu'on voit persister longtemps après. L'histoire du polygala sénéka est une preuve de la facilité avec laquelle un médicament nouveau prôné avec enthousiasme, acquiert la réputation presque toujours usurpée du spécifique dans le traitement des maladies.

En 1791, le docteur Archer, du comté de Harfort dans le Maryland, administra le premier la racine de polygala sénéka dans le croup. Ses essais furent suivis avec succès par deux de ses fils. John Archer, l'un d'eux, fit connaître dans une lettre au docteur Barton, de Philadelphie, et dans sa dissertation inaugurale[1], la marche qu'il suivait dans le traitement du croup.

John Archer conseillait de faire bouillir doucement dans un vaisseau clos, une demi-once de racine de polygala sénéka concassé dans huit onces d'eau de fontaine, jusqu'à réduction de quatre onces. On donne de cette décoction une cuillerée à café chaque heure ou chaque demi-heure, selon l'urgence des symptômes. Il prescrivait aussi quelquefois le polygala en poudre à la dose de 4 à 5 grains délayés dans un peu d'eau.

Ce médecin considérait le polygala comme expectorant, et il lui attribuait la propriété spéciale de provoquer l'expectoration de la fausse membrane formée dans le croup. Malgré sa grande confiance dans ce médicament, John Archer ne laissait pas

[1] An inaugural dissertation on Cynache trachealis commonly called croup or Hives.

d'y joindre très-souvent l'administration interne du calomel, et des frictions mercurielles autour du cou.

La racine du polygala est un excitant énergique qui, à dose élevée, occasionne des vomissements. Comme tel il modifie la sécrétion muqueuse des voies aériennes et peut favoriser l'expulsion des concrétions membraniformes.

Le docteur Thomas Massie [1] a fait sur l'action du polygala des expériences, desquelles il résulte que cette substance accélère les pulsations artérielles, augmente la chaleur de la peau, détermine souvent une sensation de chaleur brûlante dans la gorge et l'estomac, et quelquefois une augmentation de la sécrétion muqueuse du larynx et de la trachée avec expulsion.

Ce médicament nous a été très-utile pour combattre les affections pulmonaires catarrhales que nous avons rencontrées en si grand nombre chez nos petits opérés du croup par la trachéotomie. En général nous l'associons aux médicaments suivants :

Kermès. Nous avons donné le kermès comme expectorant, à petite dose, 10 à 20 centigrammes au plus dans une potion composée d'une infusion de polygala avec sirop de tolu.

L'Oxymel scillitique peut aussi être employé de la même manière, mais nous lui préférons le kermès.

Soufre. Ce médicament, à petites doses, avait été proposé autrefois, puis il a été repris ces derniers temps par deux médecins MM. Duché et Sénéchal [2]. Ils recommandent la fleur de soufre en insufflations pharyngiennes et nasales fréquemment répétées, et à l'intérieur ils donnent ce médicament mêlé à du miel par cuillerées à café, aussi fréquemment que possible.

Mais que penser d'un traitement basé sur l'hypothèse suivante:

[1] An experimental Inqiury in tho the properties of the Polygala seneka.

[2] Gazette hebdomadaire 1859.

« Que les pseudo-membranes qui constituent les diverses affections couenneuses pourraient bien n'être, en réalité, qu'un parasite végétal? » Le soufre qui détruit l'oïdium est administré par analogie.

Or il est bien prouvé par les études micrographiques que les exsudations diphthéritiques n'ont aucun rapport avec les parasites végétaux.

Sternutatoires. L'emploi des sternutatoires est aujourd'hui tenu dans un discrédit complet. Cependant il nous semble *a priori*, disent Barthez et Rilliet[1], que l'éternuement, qui n'est autre chose qu'une violente expiration, doit être un moyen précieux de favoriser le décollement et le rejet de la fausse membrane, et sous ce rapport cette médication peut être assimilée à la médication vomitive; toutefois Guersant pense que l'utilité de ces divers moyens est assez restreinte, parce que, suivant lui, les secousses de la toux et du vomissement ne peuvent avoir quelques chances de succès que lorsque des mucosités abondantes sont secrétées dans les bronches, soulèvent les fausses membranes et en facilitent l'expulsion; elles échouent quand la toux est constamment sèche, parce que la colonne d'air glisse sans l'ébranler, sur la surface de la pellicule couenneuse, trop intimement unie à la muqueuse sous-jacente.

Si l'on veut recourir à ce moyen, on introduira de la poudre de tabac dans les narines de l'enfant, ou mieux de la poudre Saint-Ange, composée d'un mélange des poudres d'asarum, de bétoine et de verveine.

[1] Maladies des Enfants, tome I.

V. — MÉDICATION ANTISPASMODIQUE.

Les antispasmodiques les plus divers ont été employés dans le croup, à l'époque où l'on croyait que cette maladie pouvait être classée dans les affections nerveuses ou spasmodiques. Toutefois il n'existe pas dans les auteurs une seule observation de vrai croup traité par cette méthode seule. Les faits de guérison dus à cette méthode doivent évidemment être rapportés à la laryngite spasmodique. A mesure que cette maladie fut mieux étudiée, on comprit que les accidents nerveux, les spasmes, étaient des symptômes de l'état phlegmasique des voies aériennes, et ces médicaments tombèrent peu à peu dans l'oubli. Ce n'est donc qu'à titre de mention que nous passerons successivement en revue les divers antispasmodiques employés :

Assa fœtida. Durine se louait beaucoup de ce médicament. Millar en avait fait une potion très-célèbre, mais on sait que ce n'étaient pas de véritables croups qui firent la réputation de ce médicament. Thompson, Underwood, Cheyne, firent un grand éloge de cet antispasmodique qu'ils donnaient principalement en lavement. Vieusseux prescrivait aussi l'assa fœtida sous diverses formes.

Musc et camphre. Wichmann donne au musc les mêmes éloges que Millar accordait à l'assa fœtida. Albers et Olbers se prononcent en faveur d'un mélange de musc et de camphre qu'ils administraient, disaient-ils, avec un succès extraordinaire dans la deuxième période, et lorsque la maladie présentait la forme qu'ils appelaient typhoïde ou asthénique.

Opium. Le célèbre Rush faisait usage du laudanum qu'il donnait vers la fin de la maladie pour calmer la toux qui persiste

souvent longtemps dans la convalescence ; Grégory prétendait que la teinture d'opium était très-efficace ; le docteur Hendrick prescrivait la même teinture à la dose de six gouttes toutes les heures, jusqu'à ce qu'il eut produit un effet soporifique qui calmait l'accès du croup. Quant à nous qui savons combien l'opium est nuisible aux enfants et même qu'à très petite dose on peut produire des empoisonnements terribles, nous avons peine à comprendre cette méthode de traitement.

Lithon était employé en frictions par Pinel. Jurine le donnait aussi à l'intérieur associé à la teinture de succin.

Bouchons. Les heureux effets qu'on obtient de ce médicament dans la coqueluche le firent essayer mais inutilement dans le croup.

D'après ce que nous avons dit de la nature du croup, telle que nous l'envisageons, la médication antispasmodique est d'une inutilité complète ; nous ne l'avons jamais vue employée.

Comme appendice nous plaçons deux médicaments dont l'effet n'est nullement antispasmodique, mais qui sont très utiles pour modérer l'élément inflammatoire fébrile qui existe dans certains cas. Ce sont l'*aconit* et la *digitale*.

La préparation qui convient le mieux est la teinture, de 8 à 15 gouttes, suivant l'âge des enfants. La teinture de digitale doit être donnée à moins forte dose.

VI. — MÉDICATION TOPIQUE.

La médication topique dans laquelle nous rangeons l'application d'astringents et de caustiques portés directement sur la muqueuse respiratoire recouverte de fausses membranes, sous quelque forme que ce soit (topiques pulvérulents, liquides ou

gazeux), ne joue pas un grand rôle dans le traitement du croup proprement dit, vu la difficulté de pénétrer dans un organe aussi délicat que le larynx. Ce traitement, purement local, doit être réservé pour l'angine couenneuse, là il a beau jeu, et son application est aussi facile que les résultats en sont satisfaisants. Mais comme l'angine couenneuse précède très souvent le croup, qui n'est alors qu'un progrès de l'angine, nous avons cru à propos de parler des divers topiques employés dans le traitement de cette maladie, qui n'est presque toujours que la première période du croup.

Ce chapitre ne peut donc s'appliquer au traitement du croup simple sporadique, sans angine, tel qu'il a été décrit au commencement de ce siècle ; malheureusement depuis les terribles épidémies qui sévissent en France depuis plus de 30 ans, le croup laryngé simple est relativement très-rare. C'est ainsi que, pour notre part, sur 205 cas de croup, nous n'avons observé que 24 cas de croup sans angine couenneuse.

La médication topique, dit M. Trousseau, est la médication par excellence dans le traitement de la diphthérie, elle est aussi indiquée dans cette maladie qu'elle l'est dans la pustule maligne.

Cependant elle présente un certain nombre d'inconvénients surtout dans l'emploi des caustiques, aussi a-t-elle rencontré beaucoup d'oppositions, et plusieurs médecins lui ont fait des objections d'une certaine valeur que nous exposerons.

Des divers topiques employés, les uns sont astringents : tels l'alun, le tannin, le borax, le calomel.

Les autres sont des caustiques faibles, tels que : l'iode, le perchlorure de fer, le nitrate d'argent qui agit comme cathérétique.

Enfin les caustiques escharrhotiques, tels que l'acide chlorhydrique, le fer rouge.

Poudre d'alun. — De temps immémorial l'alun a été em-

ployé contre la diphthérie. Ainsi que le fait observer M. Bretonneau, la médication topique remonte à l'époque où la maladie était connue sous le nom de mal égyptiaque. Arétée recommande non-seulement de faire des lotions avec des médicaments âcres, mais d'attaquer le mal avec des médicaments semblables au feu. Il prescrivait l'alun incorporé au miel, et insufflait cette poudre dans le fond de la gorge avec un roseau. Après Arétée, dans les siècles qui suivirent et dans lesquels cependant la maladie strangulatoire fit de terribles ravages, cette médication fut oubliée; cependant elle était restée comme un moyen vulgaire employé par certaines personnes étrangères à la médecine, et à partir de 1828 MM. Trousseau et Bretonneau la remirent en usage.

On insuffle l'alun, ou on l'incorpore à du miel, et on badigeonne les parties malades avec un pinceau imbibé de ce collutoire.

Pour que ce traitement réussisse, il faut que les applications topiques soient répétées fréquemment au début de la maladie, 6, 8 et 10 fois dans les 24 heures, et convenablement faites : pour cela on fait asseoir l'enfant sur les genoux d'un aide qui le maintient vigoureusement pendant qu'une autre personne est chargée de lui tenir la tête. Au moment où l'enfant ouvre la bouche on introduit le manche d'une cuiller, ou mieux un abaisse-langue formé de deux plaques de métal articulées à angle droit, jusque sur la base de la langue. A ce moment la bouche s'ouvre plus grande encore, l'enfant étant pris d'envie de vomir, et l'on voit parfaitement le fond de la gorge, ce qui permet de porter le topique sur les parties malades.

Nous avons remarqué que l'insufflation produisait des quintes de toux assez pénibles, qui peuvent cependant être très-utiles.

Tannin. — Arétée prescrivait la noix de galle en insufflations et en collutoires, or le tannin n'est que le principe actif de la noix de galle. Nous recommandons les collutoires au tannin.

Nous avons vu aussi souvent Gillette, médecin de l'hôpital des enfants, employer une solution de tannin dans l'alcool concentré.

Pour que la médication soit plus puissante encore, M. Trousseau recommande d'alterner les insufflations de poudre d'alun avec celle de tannin, celle-ci à la dose de 40 à 50 centigrammes.

C'est cette méthode renouvelée d'Arétée que M. Loiseau, de Montmartre, a tellement prônée dans ces dernières années, que nous ne pouvons nous empêcher de parler du traitement institué par ce médecin, traitement que nous apprécierons à propos du cathétérisme du larynx (voir plus loin). M. Loiseau, au moyen d'applications répétées de tannin et d'alun, affirme avoir guéri 99 angines couenneuses sur 100, toutes en moins de quatre jours, chiffre de guérisons véritablement fabuleux[1]. Il cite à l'appui de sa méthode les faits observés par M. Trousseau en 1833, lors de la mission dont il fut chargé dans le centre de la France.

Mais M. Trousseau est venu réfuter immédiatement les assertions de M. Loiseau en faisant remarquer qu'il n'avait jamais guéri les angines diphthéritiques en si peu de temps, et que tous les succès obtenus si promptement devaient être rapportés à des faits d'angine couenneuse simple, ou d'angine herpétique.

Le *borax*, le *calomel*, ont aussi été employés comme topiques. M. Bretonneau recommande beaucoup la poudre de calomel qui nous a rendu des services incontestables dans quelques cas de diphthérie cutanée.

Iode. — La teinture d'iode a été préconisée par M. Perron, d'Alexandrie, et M. Zurkonski. Ces médecins employaient l'iode pur comme topique et les gargarismes iodés. Le docteur Perron

[1] Lettre de M. Trousseau Union médicale 1860.

a noté que ce moyen était excessivement douloureux pour les malades, mais nous devons dire que M. Boinet a protesté contre cette assertion, et, se fondant sur de nombreuses expériences qu'il a faites, il assure que l'application de la teinture d'iode sur les muqueuses ne détermine que peu de douleur.

M. Forget a aussi proposé l'iode dans la diphthérie, mais dans un autre but, il donne ce médicament à l'intérieur pour combattre la septicité dont s'accompagne la diphthérie.

Perchlorure de fer. — L'action tonique astringente de ce sel l'a fait employer dans le traitement de l'angine couenneuse, mais en même temps on l'a donné à l'intérieur comme tonique et quelques médecins ont cru y voir un véritable spécifique de la diphthérie.

Comme tonique, l'action de ce médicament sur les fausses membranes a été expérimentée par M. Gigot de Levroux qui a obtenu les résultats suivants :

Une pseudo-membrane fraîche ou conservée dans l'alcool, mise en contact avec cet agent, diminue de volume et se trouve en quelque sorte momifiée. D'un autre côté, en versant quelques gouttes de perchlorure de fer sur une portion de couenne préalablement dissoute dans une solution concentrée de bicarbonate de soude ou d'iodure de potassium, on voit que la matière albumineuse résultant de la dissolution de la fausse membrane se coagule à la manière du liquide sanguin traité par le même agent.

Le perchlorure de fer appliqué sur la muqueuse du pharynx et les concrétions diphthéritiques au moyen d'une éponge, donne les effets suivants.

Le premier effet de l'application est l'expulsion immédiate de mucosités qui, coagulées par le perchlorure de fer, sont expectorées par le malade ou restent fixées au pinceau. Les pseudo-membranes minces et peu adhérentes à la muqueuse se détachent aussi immédiatement. Les plus adhérentes ne sont enlé-

des que par petits fragments semblables à des morceaux de chiffons macérés dans l'eau.

Outre son action énergique sur les pseudo-membranes et les muqueuses, le perchlorure réserve encore les tissus sous-jacents, et peut empêcher ainsi de nouvelles exsudations couenneuses. Le filtre organique à travers lequel passe la matière fibro-albumineuse qui constitue la fausse membrane, doit être puissamment modifié par l'action astringente du perchlorure de fer.

Malheureusement, le médicament, pas plus que les autres toniques, n'empêche la fausse membrane de se reproduire; et la preuve, c'est que dans les observations citées à l'appui, on voit les fausses membranes se reproduire entre deux applications.

M. Moynier[1] a cherché par des expériences comparatives à savoir laquelle des deux applications toniques était la plus douloureuse, celle du perchlorure de fer, ou celle du nitrate d'argent, et il a constaté que le nitrate d'argent était mieux supporté. Les quelques faits (ils sont au nombre de six), dans lesquels nous avons employé ce sel comme tonique, viennent à l'appui de l'observation de M. Moynier; nous avons en effet constaté que les enfants souffraient beaucoup à la suite de l'application du perchlorure de fer sur les parties malades; ils refusaient obstinément toute boisson, tout aliment, par suite de la douleur vive qu'ils éprouvaient à l'arrière-gorge, et l'on sait combien le refus d'alimentation est un symptôme fâcheux dans le cours d'une affection diphthéritique.

Le docteur Jodin a vanté le perchlorure de fer dans le traitement des affections diphthéritiques qu'il regarde comme des affections parasitaires, et pour lui ce médicament agit comme parasiticide. Nous ne faisons que signaler cette opinion erronée

[1] Compte-rendu des faits de diphthérie observés dans le service de M. Trousseau (1859).

qui est en contradiction avec toutes les données fournies par les micrographes sur la nature et la constitution du produit diphthéritique. Il est aussi impossible d'admettre que les affections diphthéritiques sont des affections parasitaires, que de démontrer que la couenne du sang est elle-même une moisissure.

Avant de passer aux caustiques, nous ne ferons que mentionner quelques médicaments peu employés comme topiques : tels que le *perchlorure de chaux*, le *sulfate de cuivre*, le *jus de citron*, etc.

Nitrate d'argent. — Son emploi est d'un usage généralement répandu. On se sert pour toucher la gorge des enfants du nitrate d'argent solide fondu en crayon, ou en solution très forte au tiers ou au quart. Le crayon a l'inconvénient de déterminer la formation d'une petite escharre, d'une sorte de couenne blanche qui persiste pendant un ou deux jours, tandis que la solution ne forme qu'une tache superficielle qu'il est aisé de distinguer de la concrétion diphthéritique. En outre, la cautérisation faite avec le crayon ne peut pas atteindre toutes les parties, comme elle le fait avec la solution. En employant une éponge placée à l'extrémité d'une baleine recourbée, on peut toucher la partie supérieure du larynx, l'arrière-cavité du pharynx, et même l'ouverture postérieure des fosses nasales.

Pour notre compte, quand nous avons recours à la cautérisation, nous employons toujours la solution de nitrate d'argent. Les applications ne sont pas trop douloureuses et peuvent être répétées 2 ou 3 fois par jour. Nous n'hésitons pas à donner la préférence au nitrate d'argent sur le perchlorure de fer, médicament dont la vogue ne se soutiendra peut-être pas longtemps.

Acide chlorhydrique. — Ce caustique, un des plus énergiques que nous connaissions, a été introduit dans la pratique médicale par M. Bretonneau. Bien avant lui Marteau, de Grandvilliers, s'en

était servi avec succès contre les maux de gorge gangreneux et Van Swieten l'avait recommandé.

L'acide chlorhydrique concentré, appliqué aux membranes muqueuses saines, développe une inflammation couenneuse. Un premier attouchement superficiel blanchit l'épithélium qui se détache et se renouvelle sans qu'il y ait érosion. Mais si l'action de l'acide est prolongée, ou si l'application en est réitérée à de courts intervalles, elle produit une ulcération qui se couvre d'une concrétion blanchâtre et tarde plus ou moins à se cicatriser. De sorte que le premier effet de la cautérisation est de donner à l'inflammation diphthéritique commençante un aspect plus grave; les concrétions paraissent d'abord plus épaisses et plus étendues ; et ce n'est que vingt-quatre heures plus tard que les effets de l'acide ont atteint leur dernier terme.

Mais ce caustique a l'inconvénient de produire des escharres lorsqu'il touche les parties saines, son application est excessivement douloureuse, produit une action fébrile intense, aussi son emploi est-il à peu près abandonné. Il est banni de la pratique de l'Hôpital des Enfants.

Cautère actuel. — A été appliqué par un ou deux médecins qui en ont retiré de bons effets, mais c'est un moyen qui ne saurait prendre place dans la pratique journalière.

Gargarismes. — Ne peuvent être employés chez les enfants; cependant chez ceux qui se prêtent à la manœuvre, on aura recours aux gargarismes astringents, avec alun, borax, et mieux avec le chlorate de potasse.

On pourra les remplacer avantageusement par des irrigations faites dans l'arrière-gorge avec de l'eau tiède chargée de principes émollients ou astringents, on calme ainsi la douleur qui existe dans certains cas et on active l'expulsion de la fausse membrane.

Inhalations. — Un nouveau moyen vient d'être préconisé.

C'est l'emploi de liquides médicamenteux pulvérisés par la méthode du docteur Sales Girons. Au moyen d'appareils ingénieux ce médecin a réussi à réduire l'eau en poussière, à en faire une sorte de brouillard, lequel serait absorbé avec l'air que nous respirons et pénétrerait jusqu'aux bronches. S'il en était ainsi, on aurait entre les mains une ressource précieuse contre les affections des voies respiratoires. Malheureusement rien ne prouve que cette poussière d'eau pénètre dans le larynx et les bronches; bien loin de là, plusieurs observateurs très instruits, parmi lesquels nous citerons MM. René Briau et Pietra Santa, s'accordent, après des observations cliniques et des expériences faites sur les hommes et les animaux, à le nier. Du reste la question est dans le moment à l'étude au sein de la société d'hydrologie. En tout cas nous recommandons l'emploi de ces appareils portatifs connus sous le nom de nébulogènes qui sont utiles dans l'angine couenneuse et dans le croup après la trachéotomie pour permettre aux petits opérés d'absorber par la canule un air humidifié.

Fumigations. — M. Bretonneau, pendant quelque temps, a essayé des inhalations de vapeur d'acide chlorhydrique, très difficilement supportées par le malade; elles ont le grave inconvénient de provoquer de violentes inflammations des bronches et même des péripneumonies.

On y a généralement renoncé.

Nous en dirons autant des inhalations de chlore et d'ammoniaque.

On a aussi proposé de faire respirer aux enfants de l'éther.

Efficacité de la médication topique. — La médication topique due à la méthode substitutive de l'école de Tours, a rendu et rend tous les jours de grands services dans le traitement de la diphthérie. Son efficacité a, en outre, montré que les affections couenneuses étaient d'une nature spécifique et elle s'est répan-

due peu à peu à mesure que la diphthérie, grâce à M. Bretonneau et à ses élèves, a été connue.

Depuis quelques années, il s'est fait une réaction contre ce mode de traitement, et on a fait à la cautérisation une opposition qui a porté ses fruits. L'emploi des caustiques escharrotiques est complétement tombé, et ceci, nous le croyons, est un progrès. Mais faut-il repousser d'une façon absolue toute cautérisation dans le traitement de l'angine couenneuse et du croup? Nous ne le croyons pas. Cependant les objections qui ont été faites à cette méthode ont pris tellement de consistance que nous nous croyons forcés de les exposer. Ces objections sont basées sur les faits et sur la nature même de la maladie.

La cautérisation est très difficile chez les enfants. On ne peut la faire complète. Il est impossible de porter le caustique partout où existe la fausse membrane. Or ceci n'est que l'exception.

La cautérisation empêche-t-elle le développement de la fausse membrane, s'oppose-t-elle à sa reproduction et surtout prévient-elle son extension? Grave question qui cependant commence à n'être plus obscure aux yeux de beaucoup de médecins qui ne pratiquent plus la cautérisation de l'arrière-gorge qu'à leur corps défendant. Les cautérisations ne préviennent pas le croup. Que de fois n'a-t-on pas vu des angines couenneuses traitées par les caustiques énergiques et suivies de croup et cela quelquefois après leur guérison. Bien entendu que nous ne parlons pas ici de ces cas où la diphthérie envahit d'emblée le larynx. Il arrive tous les jours que dans le cours d'une épidémie, un enfant est amené se plaignant du mal de gorge depuis quelques heures seulement. Le médecin assiste au début de la maladie, à l'inspection de la gorge il trouve sur une amygdale une petite plaque qui est cautérisée immédiatement, quelques heures après il en existe sur l'autre amygdale, et ainsi de suite. Fallait-il dans ce cas cautériser toute la partie de muqueuse susceptible

d'être envahie par l'exsudation. Evidemment non. Mais que faire alors? Il faut donc attendre que la fausse membrane soit formée pour la détruire, c'est ce qu'on est forcé de faire jusqu'à ce qu'elle ait envahi le larynx où on ne peut plus aller la combattre.

La cautérisation, a-t-on encore dit, n'est qu'un moyen local qui ne touche pas au principe de la maladie. Ce principe est dans le sang. La diphthérie est une maladie générale avec manifestation morbide localisée sur la muqueuse respiratoire. Plusieurs auteurs Marchal de Calvi[1], Empis[2] ont soutenu le caractère diathésique de cette maladie.

On peut détruire la pustule qui deviendra le chancre infectant, mais à quoi servirait de cautériser les pustules d'ecthyma syphilitique consécutif à l'infection. De même que l'ecthyma syphilitique est un effet de la diathèse syphilitique; de même les fausses membranes sont un effet de la diathèse diphthéritique.

Le principe, le miasme, le poison morbide, comme on voudra l'appeler, qui cause la diphthérie, on ne le connaît pas; mais il se manifeste par un phénomène, la formation de fausses membranes. Il faut s'attaquer à la cause et non à l'effet.

La cautérisation est nuisible. A la suite de cautérisations faites avec l'acide chlorhydrique on a observé des escharres de l'arrière-gorge, des gangrènes. Millard, Marchal de Calvi, Plusieurs auteurs, Blache, Guiet, ont publié des observations de mort subite par spasme du larynx à la suite de ces cautérisations. En outre, la cautérisation, par l'excitation violente qu'elle produit, par les efforts énergiques qu'elle provoque, par l'élévation excessive des manifestations vitales qu'elle suscite momentanément, épuise les ressources de l'organisme et rapproche le terme fatal. C'est une loi inévitable que ces

[1] Marchal de Calvi. — Union médicale 1855.

[2] Empis. Arch. de Médecine 1848.

grandes réactions soient suivies d'un grand affaissement qui hâte la mort.

Il est possible que la cautérisation fasse pis encore. En attendant sur un point la manifestation diphthéritique, ne la provoque-t-on pas à se reproduire sur un autre de sorte que la maladie qui pouvait n'être pas mortelle, deviendrait en changeant de siège?

La cautérisation de l'arrière-gorge ne propage-t-elle pas les fausses membranes dans le larynx? De deux choses l'une: ou la cause générale est épuisée dans une première efflorescence pseudo-membraneuse et la répression locale est sans utilité, ou la cause générale subsiste et la cautérisation ne l'empêchera pas de se manifester.

On a aussi reproché à la cautérisation de produire les paralysies du voile du palais qu'on observe assez souvent à la suite de l'angine couenneuse, mais il est bien prouvé que ces paralysies qu'on a appelées avec raison diphthéritiques, tiennent à une autre cause, sont sous la dépendance de la maladie. On a, en effet, observé bon nombre de paralysies du voile du palais chez des enfants qui n'avaient jamais été cautérisés pendant le cours de leur maladie [1].

La cautérisation ne prévient en aucune façon l'intoxication diphthéritique. On a dit que la fausse membrane, une fois formée, devait être attaquée à outrance, que si on la laissait s'étendre, bientôt apparaîtraient les phénomènes de diphthérie infectieuse qu'on a cru consécutifs au développement de l'exanthème diphthéritique. Pour notre compte, nous n'admettons pas cette opinion. Nous reconnaissons très-bien l'intoxication diphthéritique, mais nous la croyons primitive.

Nous l'avons vue apparaître d'emblée, enlever le malade en quelques jours et cependant on voyait à peine quelques petites

[1] Maingault. — Des paralysies diphthéritiques.

plaques d'un blanc grisâtre disséminées çà et là sur l'arrière-gorge. S'il en était ainsi, les symptômes d'infection devraient être toujours d'accord avec le nombre et l'étendue des fausses membranes, le produit infectant. Or, il n'en est pas ainsi, les diphthérines les plus malignes ne sont pas celles qui ont le plus de symptômes locaux. Une autre réflexion nous a été aussi inspirée par le traitement suivi à l'Hôpital des Enfants. Après la trachéotomie, qui est si souvent pratiquée, une fois qu'on a réussi à faire respirer le malade, on ne s'occupe plus que d'une chose, c'est de soutenir les forces de l'enfant, surveiller sa respiration et l'état de sa poitrine. Quant aux fausses membranes qui existent dans l'arrière-gorge, on ne s'en préoccupe nullement ; jamais on ne les cautérise, jamais on n'y porte le moindre topique, et jamais aussi pareille confiance, fruit de l'expérience, n'a été démentie. Il faut dire que l'on continue le chlorate de potasse quelques jours après l'opération.

[illegible] diphthériques, tiennent [illegible] sont sous la dépendance de la maladie. On a [illegible] de paralysies du voile du palais [illegible] qui n'avaient jamais été cautérisées pendant [illegible]

[illegible] prévient en aucune façon l'intoxication [illegible] que la fausse membrane, une fois [illegible] cautérisée, que si on la laisse [illegible] les phénomènes de diphthérie [illegible] au développement de l'exan- [illegible] leur entier complète, nous n'admettons [illegible] reconnaissons très-bien l'intoxication diphthérique, mais nous la croyons primitive.

[illegible] diphthérie, enlever le malade [illegible] cependant en voyant à peine quelques pet[illegible]

[illegible] — Des paralysies diphthériques

SECONDE PARTIE.

TRAITEMENT CHIRURGICAL.

I. — ABLATION DES AMYGDALES.

En l'année 1859, M. Bouchut imagina une nouvelle méthode de traitement de l'angine couenneuse et du croup, méthode qui consistait dans l'amputation des amygdales. Nous extrayons les conclusions de son mémoire présenté à l'Académie des sciences.

« L'angine couenneuse est une maladie d'abord locale, mais susceptible de se généraliser en infectant l'organisme. »

» Elle peut être arrêtée à son début, dans sa marche progressive, envahissante, par l'ablation des amygdales, et cette méthode constitue un *excellent moyen préventif* du croup. »

» L'ablation des amygdales est absolument nécessaire lorsque ces glandes sont assez fortement tuméfiées pour faire obstacle à l'hématose, et lorsque le murmure vésiculaire respiratoire, extrêmement affaibli, se fait à peine entendre. »

» Il n'y a pas lieu de craindre la reproduction des fausses membranes sur la plaie des amygdales. Cette opération est innocente, et la plaie se guérit très-simplement. »

» Pour réussir, ce moyen ne doit être employé que dans les cas où l'angine couenneuse existe seule et sans complication de fausses membranes du larynx. »

Ce traitement est basé sur des idées théoriques sur la nature de l'angine couenneuse et sur des faits cliniques.

M. Bouchut regarde l'angine couenneuse comme une maladie purement locale. Il repousse le mot d'angine diphthéritique, et reproche à M. Bretonneau d'avoir fait des phlegmasies couenneuses une unité morbide, la diphthérie. Pour lui ce ne sont pas des maladies primitivement générales, diathésiques, plus ou moins toxiques, suivant les sujets, pouvant rester stationnaires, guérir, mais donnant ordinairement lieu à un empoisonnement mortel « C'est là une erreur qu'il faut combattre, et ce pronostic de la diphthérie, empreint d'une grande exagération, est évidemment contraire à toute observation clinique. »

Sans discuter ici la nature de la diphthérie, nous nous contenterons de faire remarquer que les idées de M. Bretonneau ont rallié la plupart des médecins, et que la diphthérie est classée parmi les maladies générales d'emblée. On peut s'en convaincre en lisant les thèses soutenues depuis quelques années sur ce sujet, non-seulement pour le doctorat, mais encore pour l'agrégation à Paris et à Montpellier. Cette année 1861, dans le cours officiel fait à la faculté par M. le professeur Monnet, la diphthérie a été rangée parmi les maladies générales à côté du typhus et des fièvres éruptives. En n'adoptant pas les idées de M. Bouchut, nous ne ferons donc que suivre les errements de nos professeurs et de nos maîtres dans les hôpitaux.

A l'appui de sa méthode, M. Bouchut n'a pu citer que quelques observations, dont quatre lui sont personnelles.

Quant à la reproduction des fausses membranes sur la place des amygdales, niée par M. Bouchut, M. Garnier, interne de l'Hôpital Ste-Eugénie, cite dans sa thèse un fait dans lequel cette reproduction eut lieu. Que devient alors le traitement de M. Bouchut? Il tombe de lui-même, puisqu'il ne préserve plus du croup. Il serait tout au plus bon à être mis en pratique quand le gonflement trop considérable des amygdales est un obstacle à la respiration.

Que faut-il penser d'ailleurs de l'ablation des amygdales, quand nous voyons M. Otterbourg signaler à la société médico-pratique de Paris un fait de son observation, à savoir que l'hypertrophie permanente des amygdales lui a paru présenter une sorte de protection contre le croup, pendant le cours d'une pratique de plus de vingt années. Des enfants affectés d'hypertrophie énorme des amygdales, en contact avec des enfants atteints de croup, pendant une épidémie meurtrière, en furent épargnés, tandis que d'autres, sans amygdales hypertrophiées en furent victimes. Cette observation, dont nous laissons à M. Otterbourg toute la responsabilité, conduit ce médecin à ne conseiller aux parents l'ablation des amygdales hypertrophiées chez les enfants qu'à un âge un peu plus avancé, où ils seront moins exposés aux attaques du croup.

II — CATHÉTÉRISME LARYNGIEN.

Il est impossible de traiter la question de la thérapie du croup sans parler du cathétérisme laryngien, procédé qui a joui d'une vogue éphémère, grâce aux efforts de M. Loiseau, de Montmartre [1], mais qui maintenant, est complétement abandonné, depuis les expériences et les travaux de MM. Trousseau, Colin [2], Barthez [3], etc. On sait que la question du cathétérisme provoqua à l'Académie de médecine une discussion mémorable sur la trachéotomie.

Historique. — Hippocrate donne le conseil d'introduire une

[1] Académ. méd. — 1857.

[2] Thèse de Paris — 1860.

[3] Soc. de méd. des hop. — 1860.

canule dans la gorge, dans les cas d'angine; le terme dont il se sert pour indiquer l'instrument qu'il employait, αυλισκος, fait croire qu'il ne songeait pas à sonder le larynx. Ce procédé fut délaissé après la découverte de la bronchotomie par Asclépiade; mais Monro le pratiqua de nouveau au commencement du dix-huitième siècle.

Les recherches de Chaussier sur l'asphyxie des nouveau-nés, dotèrent la chirurgie du tube laryngien, employé plus tard par Desault, dans le traitement des angines trachéales. Finaz 1813, Ducasse 1817, Patissier 1820, proposèrent le cathétérisme pour des cas de laryngite œdémateuse, en 1844, Lallemand, de Montpellier, et Bénit eurent recours trois fois à ce procédé opératoire. M. Depaul vulgarisa en 1845 l'insufflation chez les nouveau-nés en état de mort apparente, et perfectionna le tube de Chaussier.

Mais ces travaux, de même que ceux de Leroy d'Etiolles, James Curry, Scoutteten, Desgranges, n'avaient pour but que de remédier à l'asphyxie des enfants, des noyés et des malades atteints de laryngite œdémateuse; en rétablissant momentanément l'accès de l'air. Ce qui distingue le cathétérisme laryngien de M. Loiseau, c'est qu'il y joint la cautérisation de la trachée, et que par conséquent la sonde trachéenne ne sert que de conducteur.

Bon nombre d'observateurs avaient précédé M. Loiseau dans ses tentatives, et en avaient même dépassé la hardiesse, puisque M. G. Green, de New-York, a essayé l'injection de topiques dans les bronches et les cavernes tuberculeuses.

Ch. Bell 1816, a cautérisé directement la glotte; Stokes, de Londres, a suivi son exemple; Bretonneau inventa une tige à extrémité articulée pour pénétrer dans la trachée; en 1854, H. Green fit pénétrer une sonde dans la bronche gauche.

On n'a appris que récemment les résultats obtenus par Dieffenbach, dès 1839, sur un enfant atteint de croup. Le chirurgien allemand entoura la phalange métacarpienne de l'index gauche avec un petit tube en fer blanc, et tandis que l'enfant mordait le tube, le chirurgien maintenait l'épiglotte relevée avec l'extrémité du doigt; une sonde courbe portant un caustique était alors introduite facilement dans le larynx.

Le tube en fer blanc de Dieffenbach remplissait ici le même rôle que l'anneau de MM. Gendron 1826, Mackenzie 1825, Guimier 1827, Giroud 1827.

En somme, le procédé de M. Loiseau est une association de l'emploi de la sonde de Chaussier, de l'anneau de Giroud, et de la cautérisation de Bretonneau. M. Loiseau a commencé l'usage de son traitement en 1840, mais ne l'a expérimenté en grand qu'après 1857.

Manuel opératoire. — La première phalange du doigt indicateur de la main gauche étant armée d'un anneau métallique de 2 à 3 centimètres de largeur, l'opérateur plonge rapidement son doigt aussi profondément que possible au fond du larynx, jusqu'à ce qu'il rencontre l'épiglotte, qu'il maintient soulevée; le tube laryngien est alors conduit sur le doigt et pénètre à travers la glotte. L'air s'échappant avec bruit par le tube indique à l'opérateur qu'il n'a pas fait fausse route.

On peut, dès ce moment, introduire dans le tube des baleines portant des caustiques, des éponges, des curettes, etc., et pratiquer l'insufflation des poudres astringentes. Enfin, des pinces très-longues servent à extraire les fausses membranes.

Indications du cathétérisme. — Ses suites. — Nous ne faisons ici que reproduire les opinions de M. Loiseau.

1° Croup confirmé, mais sans gêne de la respiration :

Introduire des topiques et des styptiques à l'aide du cathétérisme.

2° Croup confirmé avec commencement d'asphyxie :

Extraire les fausses membranes à l'aide du balayage et du grattage, avant toute introduction de styptiques.

3° Asphyxie imminente :

Pratiquer la trachéotomie ; si elle est refusée, essayer le tubage comme pis-aller et tenter l'extraction des fausses membranes.

De l'aveu même de M. Loiseau, le champ d'application de sa méthode se réduit aux cas dans lesquels il n'y a pas gêne de la respiration, et aux cas dans lesquels l'asphyxie commence. Or, lorsque la respiration est encore libre, toute opération est prématurée et inutile, car on ne satisfait à aucune indication ; le cathétérisme ne devrait donc être proposé qu'au début de la période d'asphyxie.

En outre, M. Loiseau prescrit un régime tonique et repousse énergiquement toute médication interne.

Le cathétérisme n'est pas très-difficile à pratiquer, mais ses dangers sont réels et doivent être signalés.

Le tube laryngien peut refouler une fausse membrane et déterminer l'occlusion presque complète de la trachée. Est-on alors bien convaincu de saisir la fausse membrane avec les pinces? Tous ceux qui ont pratiqué la trachéotomie savent combien est difficile le maniement des pinces à fausses membranes, et dans les cas de cathétérisme l'instrument est d'un emploi beaucoup plus infidèle.

Le cathétérisme produit chez les enfants dont l'asphyxie commence, une gêne plus considérable de la respiration, gêne qui peut aller jusqu'à la mort.

Quant à l'instillation de liquides astringents ou caustiques dans les voies aériennes, il y a longtemps qu'elle est condamnée en principe. Elle ne saurait que développer la pneumonie, si redoutable et si commune après le croup.

M. Bouvier 1858, s'est élevé avec force contre les abus de la médication topique, et tous les praticiens se rangeront à son avis.

Statistique du cathétérisme. — Comme tous les inventeurs, M. Loiseau s'était abusé sur le succès de son procédé, et abusé d'une façon si étrange, qu'il a annoncé qu'il guérissait toujours.

La statistique dressée par M. Barthez a fait luire la vérité sur les résultats du cathétérisme ; elle porte sur les observations de 29 malades.

Chez 12 malades, après 28 applications de la sonde, effet immédiat nul.

Chez 8 malades, après 18 opérations, soulagement passager.

D'autres fois, l'asphyxie a été croissant, soit immédiatement après le cathétérisme 6 malades, soit après un soulagement passager 7 malades. La mort est arrivée, ou l'on a dû recourir à la trachéotomie.

M. Costilhes a perdu un enfant pendant l'opération, et le même accident a failli arriver à M. Péter.

Les cas de guérison sont au nombre de 10, mais ce chiffre qui seul aurait une grande valeur et donnerait comme proportion 1 succès sur 2,9, doit être accompagné de commentaires.

Les dix cas de guérison se décomposent ainsi :

1° Cas de M. Gros (*Gaz. hebdom.*, t. 5, p. 660). — Croup confirmé.

2° Cas de M. Rousseau (*Gaz. hôpit.*, 3 nov. 1857). — L'existence du croup est mise en doute par MM. Barthez et Colin. Diphthérie bornée à la langue, pas de fausses membranes rejetées.

3° Cas de M. Bouvier (Colin. Thèse, citée p. 40.) — Croup confirmé.

4° et 5° Deux cas de M. Bouvier. — Dans l'un, l'enfant n'avait pas le croup ; dans l'autre le diagnostic était douteux, bien

que l'enfant ait succombé plus tard à l'intoxication diphthéritique.

6° Cas de M. Bergeron. — L'enfant guéri du croup, succomba peu de jours après à une pneumonie lobaire double.

7° et 8° Deux cas de M. Barthez. — La guérison a eu lieu, mais sous l'influence du traitement interne ; la cautérisation laryngée ayant été interrompue à cause de ses effets, soit nuisibles, soit inutiles.

9° et 10° Deux cas de M. Gros. — La cautérisation laryngée est pratiquée directement, sans l'intervention du cathétérisme.

Ainsi, sur 10 guérisons, 4 seulement sont attribuables au traitement spécial de M. Loiseau : 3 sont entachées de diagnostic douteux ; 1 est suivie de pneumonie mortelle ; 2 sont survenues après l'abandon du cathétérisme, rejeté comme nuisible ou inutile.

Les 29 malades ont fourni 7 cas de guérison dus à la trachéotomie ; ce sont des insuccès du cathétérisme.

Les 13 autres sont morts : 7 après la trachéotomie, 6 après le traitement de M. Loiseau.

M. Barthez conclut :

1° Que les succès du nouveau traitement sont loin d'être aussi constants que l'annonce M. Loiseau.

2° Que le cathétérisme a guéri 4 malades sur 26, et que la trachéotomie et le traitement interne ont guéri 9 malades sur 26, chez lesquels avait échoué le procédé de M. Loiseau.

3° Que la trachéotomie reste supérieure au cathétérisme.

Ajoutons que ces conclusions ont renversé complètement la méthode de M. Loiseau, qui n'est plus pratiquée, même par ses plus ardents défenseurs. A nos yeux, le cathétérisme n'a pas plus de valeur que l'écouvillonage de la trachée, ou les cautérisations profondes, aujourd'hui abandonnées.

III. — TUBAGE DE LA GLOTTE.

Cette manœuvre opératoire a été proposée en 1858[1], par M. Bouchut.

Les instruments nécessaires pour le tubage sont:

1° Des sondes d'homme courbes de diverses grosseurs servant à pénétrer dans le larynx et à guider l'introduction des viroles;

2° Des viroles d'argent cylindriques droites, longues de 1 centimètre 1/2 à 2 centimètres, garnies à leur extrémité supérieure de deux bourrelets placés à 6 millimètres de distance, et percées d'un trou pour le passage d'une amarre en soie destinée à les retenir du dehors;

3° Un anneau protecteur de l'index et un dilatateur spécial des arcades dentaires.

Muni de ces instruments il est facile, en relevant l'épiglotte, de placer la virole dans le larynx; on voit alors qu'elle a quelque peine à sortir lorsqu'elle y est entrée, et que son bord supérieur se trouve au-dessous de la corde vocale supérieure, sans que le jeu de l'épiglotte et des cartilages aryténoïdes soit empêché. La virole est laissée en place jusqu'à ce que l'asphyxie ait cessé.

M. Bouchut paraissait croire à l'innocuité de son procédé.

Les premières tentatives furent peu encourageantes; une petite fille conserva la virole pendant trente-six heures, mais mourut par la généralisation de la diphthérie et l'invasion d'une pneumonie lobaire. Un garçon de trois ans et demi sup-

[1] Acad. méd. Séance du 14 septembre.

porta la virole pendant quarante heures, et succomba, malgré la trachéotomie faite *in extremis*. Néanmoins, M. Bouchut parut satisfait de ces résultats, parce que les malades avaient éprouvé une amélioration passagère, et que *la voix avait reparu*. Cette dernière circonstance nous étonne et nous nous demandons si la canule était bien placée dans le larynx.

Les expériences instituées par MM. Trousseau et Bouley, d'Alfort, démontrèrent que chez les chiens, après quarante-huit heures de tubage, on constatait de grands désordres dans le larynx, tels que : ulcération et destruction de la muqueuse, dénudation des cartilages, etc.

Le tubage tomba devant la critique de M. Trousseau, et aujourd'hui, personne à notre connaissance ne l'emploie, pas même M. Bouchut.

IV. — DE LA TRACHÉOTOMIE

Le grand nombre de médicaments tant anciens que nouveaux proposés pour combattre le croup, les mauvais résultats qu'ils ont presque tous fournis suffisent pour montrer que le traitement médical du croup, c'est-à-dire une médication capable de prévenir la formation des fausses membranes dans le larynx, est encore à trouver.

Le traitement chirurgical reste donc comme dernière et précieuse ressource ; le cathétérisme du larynx et le tubage n'ayant encore donné que des succès fort contestables, nous insisterons surtout sur la trachéotomie, une des plus belles et surtout des plus utiles conquêtes de la chirurgie moderne.

L'invention de la trachéotomie est attribuée à Asclépiade

qui vanta cette opération dans le traitement de l'angine suffocante. On ignore où et comment il opérait.

Rhazès, Mesnue, Avicenne, parlent de la bronchotomie comme dernière ressource à employer dans l'esquinancie qui menace de suffocation, mais ne disent rien sur la manière d'opérer.

Le premier chirurgien dont on connaisse la méthode d'opérer est Antyllus. Il précise l'indication de l'opération, et prescrit d'y recourir quand la suffocation devient imminente par l'effet d'une inflammation siégeant dans l'arrière-gorge, au-dessus du larynx et qui n'a point envahi la trachée. Il proscrit donc la trachéotomie dans le croup.

L'antiquité et le moyen-âge ne fournissent aucune trachéotomie pratiquée dans cette maladie.

Ant. Musa Brassarole, médecin du duc de Ferrare qui vivait au seizième siècle, rapporte la première opération de bronchotomie faite avec succès dans un cas d'angine désespérée.

Environ un demi-siècle plus tard, Santorio, au rapport de Malavicini, pratiqua cette opération avec un trocart, et laissa trois jours la canule à demeure dans la plaie.

Fabrice d'Aquapendente la recommande quand la trachée est remplie de mucosités tenaces.

Habicot la conseille dans les inflammations dangereuses de la trachée artère.

M. A. Séverin l'a recommandée d'une manière spéciale dans une angine gangréneuse épidémique qui sévit de son temps.

René Moreau l'a aussi préconisée dans l'angine gangréneuse.

Bernard et Gherli la pratiquèrent très-heureusement chacun de leur côté dans un cas d'angine très-intense.

Garengeot et Hunter l'indiquèrent dans les affections du larynx.

Mais jusqu'ici nous ne voyons cette opération pratiquée que

pour quelques cas d'angine et de maladies de la trachée mal déterminées, parmi lesquelles il y avait peut-être des croups.

Il faut arriver à Home, le premier historien du croup, qui proposa comme ressource dernière dans le traitement de cette maladie, d'inciser la trachée artère, soit pour prolonger la vie des enfants menacés d'une suffocation imminente, soit pour favoriser l'expulsion de la fausse membrane.

Depuis lors, la trachéotomie a été tour à tour défendue et regardée comme utile au combattre et déclarée inutile et dangereuse.

Michaëlis voulait qu'on la pratiquât dans la deuxième période de la maladie.

Crawfort la croyait utile lorsque les paroxysmes se continuent avec force, et que le malade est menacé de périr suffoqué.

Chaussier pensait que lorsque les autres remèdes n'ont point arrêté les progrès du mal, la trachéotomie est le seul moyen d'empêcher la suffocation, et qu'il ne faut pas attendre que les poumons soient engorgés.

Malheureusement les quelques chirurgiens qui osèrent pratiquer cette opération ne purent jamais obtenir un seul succès. Aussi la trachéotomie tomba-t-elle dans un discrédit complet, et dans tous les mémoires et livres publiés sur le croup au commencement de ce siècle, les auteurs concluent que cette opération doit être exclue du traitement, fondant leur opinion sur cette idée juste *a priori*, que la trachéotomie n'est utile que pour débarrasser la trachée des fausses membranes qui y existent, que la fausse membrane elle-même n'est qu'une conséquence de la phlegmasie, et que ce n'est pas aux effets qu'il faut s'attacher pour détruire les causes. *Sublatâ causâ tollitur effectus.*

Ce fut inutilement qu'un chirurgien de Paris, Caron, tenta de mettre la trachéotomie en honneur.

Pendant plusieurs années il combattit avec un courage et une opiniâtreté dignes d'un meilleur sort. Son traité du croup

aigu n'est qu'un long plaidoyer en faveur de cette opération. Caron eut le tort de proposer cette opération comme le seul traitement du croup, et de répondre aux arguments de ses confrères avec une critique par trop acerbe. On peut dire que l'homme fit du tort à l'idée. Il faut avouer aussi que toutes les opérations faites par Caron eurent un résultat fâcheux, ce qui n'engagea pas ses confrères à marcher sur ses traces.

La première trachéotomie faite avec succès dans le croup est due à M. Bretonneau.

Nous disons la première, parce que le fait rapporté par Borsieri, de cette opération pratiquée en Angleterre a été trop contesté, ou du moins publié avec trop peu de détails, pour qu'on puisse le citer.

Il faut lire dans le traité de la diphthérite, comment cet illustre chirurgien arriva peu à peu à comprendre quelles étaient les conditions nécessaires au succès de cette opération. Ses premières tentatives furent malheureuses, elles étaient au nombre de deux, mais il ne se rebuta point. Il fit des expériences sur des animaux, perfectionna sa méthode, et arriva à faire de la trachéotomie une opération simple et facile, si bien que depuis on a peu modifié son procédé.

Il comprit tout d'abord qu'il ne fallait pas se borner, comme le voulait Caron, à ouvrir la trachée, mais qu'il fallait préparer une issue aux productions pseudo-membraneuses, et faire respirer l'enfant d'une façon artificielle pendant le temps nécessaire à cette élimination des produits morbides.

« C'est moins, dit-il, pour extraire les concrétions que pour leur préparer une issue et livrer passage à l'air, qu'il convient de pratiquer une ouverture artificielle à la trachée. Si l'on voit mourir tant d'enfants après l'éjection de fausses membranes, c'est qu'elles ne tardent pas à se régénérer, c'est que des lambeaux détachés et flottants opposent souvent à la respira-

tion un obstacle mécanique plus insurmontable que la concrétion membraniforme qui était encore adhérente. »

Dans cette découverte était le succès de la trachéotomie. Après s'être assuré, par des expériences sur les animaux et des observations tirées de la pratique vétérinaire, que la trachée pouvait très bien supporter pendant plusieurs jours la présence d'un corps étranger, il assura la respiration de ses opérés par une canule d'argent maintenue à demeure.

« En effet, dit-il, si on consulte la plupart des auteurs qui ont écrit sur le croup, on verra qu'ils s'accordent à penser que le moindre pertuis doit laisser pénétrer une quantité d'air assez grande pour suffire aux besoins de la respiration. En vain ils ont pu constater que dans l'angine diphthéritique la plus intense, l'occlusion de la glotte n'était jamais complète; en vain ils ont entendu les malades articuler jusqu'aux derniers instants des sons faibles mais distincts; la mort n'a point été attribuée à sa véritable cause, au simple rétrécissement de l'ouverture des canaux aériferes, mais bien à un état spasmodique qui est loin d'exister toujours. »

C'est en voyant que le plus léger obstacle mécanique suffisait pour prolonger les angoisses de la suffocation, pour les aggraver, pour les rendre mortelles, c'est en voyant de longs fragments de concrétions se présenter à l'ouverture de la canule, sortir, rentrer, échapper aux doigts qui cherchaient à les saisir, qu'il reconnut combien il importait de veiller à ce que le conduit artificiel ne s'obstruât pas et ne perdit pas la moindre partie de cette canule.

On ne saurait trop relire l'observation de ce premier succès de trachéotomie, obtenu sur un nom illustre, Mlle. de Puységur, et les observations qui la suivirent. On y voit réfutées les objections faites à cette opération par divers chirurgiens, et notamment par Jurine; on y trouve indiqués tous les soins consécutifs indispensables pour la réussite.

C'est pour n'avoir pas suivi aveuglément les préceptes de M. Bretonneau, notamment ceux qui concernaient l'emploi d'une double canule, proposée mais non employée par lui, que les chirurgiens eurent si peu de succès à enregistrer, et que la trachéotomie eut tant de peine à faire son chemin.

Encore plus qu'à M. Bretonneau, c'est à M. Trousseau que l'on doit d'avoir vulgarisé cette opération, en montrant par des faits nombreux combien la trachéotomie pouvait rendre de services en arrachant les enfants à une mort certaine.

Dès 1839, M. Trousseau publia le deuxième exemple de la trachéotomie faite avec succès.

En 1839, une discussion eut lieu à l'Académie de médecine à propos d'observations envoyées par M. Gendron; cette discussion fut défavorable à la trachéotomie; cependant il fut établi que sur 60 opérés on comptait 18 guérisons.

En 1844, on connaissait 242 opérations, dont 40 guérisons.

En 1849, M. Trousseau entra à l'Hôpital des Enfants, et alors la trachéotomie entra dans une voie qu'elle n'a pas quitté depuis.

Jusqu'alors 49 trachéotomies avaient été faites à cet hôpital, sans aucun succès. Grâce à son expérience et à quelques perfectionnements introduits dans les soins consécutifs, M. Trousseau fut plus heureux; il obtint un bon nombre de guérisons. Depuis lui, les médecins et les internes de l'Hôpital des Enfants, fidèles à sa méthode, ont continué à obtenir du succès, et la dernière discussion à l'Académie de médecine, dans laquelle on a cherché à incriminer cette opération, a montré que depuis dix ans la proportion des guérisons était un peu plus d'un quart.

Sur 466 opérations, 127 ont été suivies de succès.

127 enfants ont donc dû leur salut à la trachéotomie dans une période de dix années

On ne saurait la recommander d'une façon plus éloquente.

Indications et contre-indications de la trachéotomie. — La

trachéotomie n'est pas le remède du croup ; son influence sur l'évolution de celui-ci est nulle ; elle ne saurait l'empêcher de parcourir toutes ses périodes ; elle ne peut en rien modifier son caractère ; elle s'adresse à l'asphyxie et combat seulement ce symptôme.

L'indication de la trachéotomie est donc bien simple ; lorsqu'un enfant asphyxie, opérez, tel est le conseil de tous les praticiens.

Il est utile cependant de saisir le moment de l'opération ; on doit savoir distinguer l'asphyxie urgente, qui réclame un prompt secours, de l'asphyxie passagère ; on arrive à cette connaissance par la pratique des malades.

Le plus souvent les enfants ont cinq ou six accès de suffocation, obligés de quelques heures, avant d'entrer dans la période d'asphyxie croissante et continue qui les conduit à la mort si l'intervention du chirurgien n'y met pas un terme. La respiration est alors assez régulière dans son rhythme, quoique pénible ; les mouvements du corps sont moins désordonnés ; la face est moins vultueuse que pendant les accès de suffocation ; l'expression des yeux offre moins d'angoisse ; en un mot le malade commence à subir les effets d'intoxication par le sang noir.

Mais quelquefois aussi un accès de suffocation court devient tellement grave, qu'il n'y a pas un seul instant à perdre pour opérer.

L'opération est donc décidée ; quelles sont ses contre-indications ? Quelques médecins n'en admettent aucunes et opèrent quand même ; leur raisonnement est le suivant : si l'enfant doit mourir sans opération, la trachéotomie n'ajoutera pas à sa position une chance mauvaise ; elle pourrait par hasard en ajouter une bonne en satisfaisant à l'indication de donner de l'air.

Ce raisonnement est spécieux, en effet nous ferons observer qu'un médecin ne doit jamais tenter une opération inutile dont

il n'attend aucun succès, et qu'il compromet ainsi auprès des familles une ressource extrême, qu'il serait heureux d'avoir pour d'autres cas. Lorsque les contre-indications de la trachéotomie seront bien connues et bien respectées, une grande partie des préventions du monde ne pourront que tomber.

Nous résumerons ainsi les contre-indications :

1° L'âge. Nous savons déjà qu'au-dessous de deux ans la guérison est rarissime ; on n'opèrera au-dessous de cet âge que des enfants ayant au moins dix-huit mois et dont la constitution sera robuste.

2° Pneumonie croupale. La broncho-pneumonie accompagne malheureusement trop souvent le croup ; on s'abstiendra d'opérer si l'on en a pu en constater les signes ; mais quand on apporte un enfant en asphyxie, il est impossible à l'auscultation de diagnostiquer l'état d'un poumon où l'air ne pénètre presque pas. La seule présomption en faveur de la pneumonie est la brièveté des inspirations.

3° Intoxication diphthéritique. Cette contre-indication est absolue ; elle est du reste bien saisie par les praticiens, grâce surtout aux allures de la forme de la maladie. Il est rare que les enfants infectés éprouvent des accès de suffocation véritable ; ils *tirent* très peu ; leur face est pâle, plombée, leurs muqueuses décolorées, le cou gonflé ; les narines ulcérées, laissant couler une sécrétion âcre qui irrite et ulcère la peau de la lèvre supérieure ; la voix se conserve plus longtemps, l'asphyxie est très lente, elle arrive par le fait de l'intoxation et l'on trouve le plus souvent à l'autopsie un sang poisseux, non coagulé, de couleur *sépia*.

On appliquera tous ses soins au diagnostic de l'intoxication diphthéritique et du croup compliqué qui la simule quelquefois. Bon nombre d'enfants atteints de croup présentent encore de l'angine, du coryza, mais le caractère malin de l'intoxication manque ; il faut donc opérer et ne pas se laisser arrêter par des

apparences trompeuses. La connaissance de l'état épidémique favorisera encore le diagnostic.

Le croup secondaire, quoique très-dangereux, doit être opéré, à moins d'une débilité extrême du malade, de gangrènes, etc.; quelques rares succès autorisent la trachéotomie.

Nous ne voyons pas d'autres contre-indications à signaler; il faut se garder de la tendance opposée à celle que nous avons combattue plus haut et ne pas oublier que la hardiesse en médecine n'est souvent que de la sagesse.

Manuel opératoire. — 1° Procédé ordinaire (Trousseau).

Les instruments nécessaires à l'opération sont, un bistouri droit, un bistouri boutonné, une pince à dissection, un dilatateur, deux érignes mousses, une pince courbe à fausses membranes, dite pince de Guersant, et la canule.

Nous donnons la préférence à la canule double à aileron mobile de Luër. Depuis son introduction dans la pratique de l'Hôpital des Enfants, les ulcérations de la trachée sont devenues beaucoup plus rares; elle gêne très-peu les mouvements du cou et l'aileron peut se mouvoir légèrement sans tirailler douloureusement la trachée.

La canule contient une sonde en gomme élastique, qui rend son introduction plus facile. Ce moyen, préconisé par Gerdy, est excellent. L'extrémité libre de la canule est taillée un peu en biseau et ses bords sont mousses pour ne pas blesser la muqueuse trachéale. Une plaque de taffetas est traversée par la canule et s'interpose entre l'aileron et la peau du cou. La canule est fixée par des rubans doubles que l'on noue derrière le cou ou que l'on attache par une épingle; les rubans doivent être changés très-souvent; ils s'imbibent en effet de sang ou de mucosités, se durcissent, et peuvent à la longue ulcérer la peau et faire naître des ulcères diphthéritiques.

Position du malade et des aides. — Le malade est opéré sur

son lit ou mieux sur une petite table recouverte d'un matelas et munie d'un traversin ; le corps est dans le decubitus horizontal, les épaules appuient sur le traversin, la tête est sur un plan plus inférieur, et le cou par conséquent fait saillie et s'allonge autant que possible.

L'éclairage est une condition importante ; dans le jour, la table sera placée vis-à-vis une fenêtre, les pieds tournés du côté de la lumière ; dans la nuit les aides se munirent de petites bougies en cire dont on peut approcher la flamme très-près de la plaie.

L'enfant est déshabillé, enveloppé dans une couverture, afin que le chirurgien ne soit pas gêné s'il est nécessaire de pratiquer la respiration artificielle.

Quatre aides suffisent parfaitement à toutes les exigences de l'opération. Deux maintiennent les membres de l'enfant ; ils se tiendront à genoux pour laisser arriver toute la lumière jusqu'au cou du malade. Un troisième est chargé d'une mission importante : celle d'immobiliser la tête ; il la maintiendra au moyen des doigts fixés sur le maxillaire inférieur, et se tiendra derrière le malade. Enfin, le dernier aide épongera la plaie, écartera avec des érignes les lèvres de l'incision des parties molles, comprimera les veines, etc.

Position du chirurgien ; soins préliminaires. — Le chirurgien est placé à la droite du malade ; ce précepte est déduit de la direction que l'on donne à l'incision et qui est toujours pratiquée de haut en bas ; en se plaçant à la gauche le chirurgien est gêné par la saillie du menton et doit alors inciser les téguments de bas en haut ; dans ce cas le point de repère si important de la trachéotomie lui fait complètement défaut ; nous voulons parler de la saillie cricoïdienne dont M. Chassaignac a fait ressortir toute l'utilité.

Avant d'inciser, le chirurgien examine le cou avec soin ; il remarque la direction des veines sous-cutanées qu'il pourrait

intéresser ; le doigt promené sur la ligne médiane, palpe la trachée, et reconnaît le tubercule cricoïdien, limite supérieure de l'incision.

Cette exploration suffit à la plupart des opérateurs, mais d'autres plus consciencieux et craignant pendant l'incision les déplacements dans la position du malade et par conséquent dans la direction apparente de la trachée, marquent par une ligne tracée à l'encre ou au crayon, les limites qu'ils donneront à l'incision et la direction de la trachée. Dans un cas très pressant on se dispensera de ce procédé, mais quand on a assez de temps devant soi, on ne peut que se louer de l'avoir mis en usage. L'importance de la ligne médiane est en effet capitale, et la moindre déviation peut rendre la trachéotomie très-longue et très-difficile.

Incision des téguments. — La main gauche de l'opérateur tendant la peau, la main droite, armée du bistouri, fait une incision suffisamment longue, commençant au niveau du bord supérieur du cartilage cricoïde. Une deuxième incision divise complètement le tissu cellulaire graisseux, ordinairement très-abondant chez l'enfant. Ce temps de l'opération s'accompagne souvent de difficultés si l'on rencontre des veines ; celles-ci sont alors gonflées et leur section produit une hémorrhagie abondante ; le sang remplit la plaie et l'on ne voit plus ce que l'on fait. Il faut donc ménager les veines, les écarter avec les érignes ; si elles ont été lésées, un aide les comprimera et le chirurgien, se guidant uniquement sur le *toucher*, achèvera l'opération.

En procédant couche par couche, on arrive sur l'aponévrose, dont l'incision sera pratiquée avec beaucoup de soin et jamais en même temps que l'ouverture de la trachée. Lorsque l'on n'a fait qu'une ponction de l'aponévrose et de la trachée, les lèvres des plaies aponévrotique et trachéale ne se correspondent pas toujours et l'introduction de la canule devient très-laborieuse. C'est

dans les cas de ce genre qu'on plonge la canule dans le tissu cellulaire péritrachéal et qu'en décollant la trachée on prépare la voie aux suppurations du cou et du médiastin.

Incision de la trachée. — L'aponévrose incisée et la trachée dénudée, le chirurgien a la trachée sous son doigt, il en a la sensation bien nette et constate ses mouvements de locomotion. Sans la fixer entre les doigts, et surtout sans la déprimer fortement, il guide sur l'angle de l'index gauche qui ne la quitte pas, la lame du bistouri, et fait d'emblée une incision longue au moins d'un centimètre et demi. Un sifflement produit par le passage de l'air et un flot d'écume sanguinolente annoncent que la trachée est bien ouverte; l'index gauche ne doit pas abandonner la plaie avant que le dilatateur ou la canule soient introduits; de plus il empêche l'introduction du sang dans l'arbre bronchique. Si l'ouverture de la trachée était jugée insuffisante, on débriderait avec un bistouri boutonné, dont le tranchant serait surtout dirigé en haut.

La trachée est ouverte, que doit faire le chirurgien? Ici se présentent quelques détails qu'on ne doit pas passer sous silence. Supposons : 1° L'enfant n'a pas d'hémorrhagie grave. On le fera asseoir sur la table, on le ranimera et on provoquera la toux pour qu'il expectore le sang qu'il a pu avaler et les fausses membranes. Ce moment est le plus précieux pour l'extraction des fausses membranes que l'on tentera, soit au moyen d'une pince ordinaire, soit avec la pince de Guersant. Après quelques minutes, la canule sera introduite; 2° l'hémorrhagie est abondante, l'introduction de la canule est alors indispensable et elle sera pratiquée très-rapidement. On excitera la toux pour faire rendre le sang qui a dû passer dans les bronches, et qui peut donner lieu aux plus graves accidents. Il n'est pas rare de voir des enfants atteints dans ce cas de convulsions, d'un état syncopal qui peut les emporter immédiatement; la respiration artificielle, la flagellation, le chatouillement de la trachée avec

une barbe de plume seront tour à tour essayés. On ne se découragera pas, même en présence d'une mort qui paraît certaine, et nous avons vu des enfants ressusciter pour ainsi dire, grâce à la persévérante énergie avec laquelle les moyens de salut étaient appliqués.

Introduction du dilatateur et de la canule. — Le doigt, au contact de la trachée, sert de guide au dilatateur, mais l'emploi de celui-ci est facultatif ; quelques opérateurs préfèrent introduire la canule sans son intermédiaire et reprochent au dilatateur de déchirer la trachée et d'agrandir démesurément la plaie. Ces récriminations ne s'adressent qu'à ceux qui manient brutalement le dilatateur ; d'ailleurs, dans beaucoup de cas, et privé de dilatateur, on s'exposerait aux mêmes accidents : la canule refoulant les bords de la trachée et les déchirant si elle est présentée sans précaution.

Après l'introduction du dilatateur, l'opérateur, ou mieux un aide, fait pénétrer la canule entre ses branches. On se placera toujours en face de l'opéré, pour ne pas perdre la direction de la plaie qui doit représenter celle de la trachée. Ce temps de l'opération est le plus important et il exige une attention et une patience soutenues. Si l'on ne peut faire pénétrer la canule après plusieurs tentatives, quoique le doigt ait fait juger suffisante l'ouverture trachéale, l'opérateur se placera soit à droite, soit à gauche du malade, petit artifice dont la pratique a été jugée dans le cathétérisme des voies urinaires ; ou bien la sonde qui dépasse la canule sera poussée dans la plaie de telle façon que le pavillon de la canule soit vertical ; on n'a plus alors qu'à la faire exécuter une légère rotation en bas combinée avec un mouvement de projection en arrière, pour arriver à placer l'instrument.

On concevra toute l'importance des signes positifs de la présence de la canule dans la trachée, lorsqu'on saura que des enfants sont morts après et même pendant l'opération, par la faute

des chirurgiens qui avaient logé la canule soit dans le tissu cellulaire péritrachéal, soit dans l'œsophage.

La voix se perd complétement dès que la canule est placée; un sifflement retentissant se fait entendre; du sang, des mucosités, des fausses membranes s'échappent par la canule; la flamme d'une bougie approchée du cou est déviée ou éteinte; enfin, au bout de quelques secondes, et après quelques quintes de toux convulsives, l'enfant éprouve un bien-être immédiat qui contraste avec l'expression d'anxiété et l'imminence d'asphyxie.

Quelquefois, outre l'air qui passe par la canule, on aperçoit des bulles sur ses côtés; l'instrument ne reste pas en place, tend à être projeté en avant ou à s'incliner latéralement; ces signes, qu'on ne négligera pas, indiquent que la canule est trop étroite pour la trachée, on avisera donc à en prendre une autre, plus large, parce qu'un accès de toux pourrait déplacer la première et causer l'asphyxie. M. Trousseau prescrit de placer la plus forte canule possible. Ce précepte est très important.

2° *Procédé de M. Chassaignac.* — Ce procédé a été expérimenté pendant près d'un an à l'Hôpital des Enfants. Il est aujourd'hui peu employé.

Les instrument nécessaires sont : un bistouri droit, un dilatateur et un tenaculum creusé d'une cannelure sur la convexité.

Le chirurgien se guide sur la présence du tubercule du cartilage cricoïde, dit tubercule cricoïdien par M. Chassaignac. L'ongle de l'index droit le maintenant, la pointe du tenaculum tenu dans la main gauche est introduite immédiatement au-dessous et pénètre dans la trachée, le manche du tenaculum étant tourné vers le menton. Le chirurgien fait glisser le bistouri dans la rainure du tenaculum, et incise d'un seul coup les téguments et quatre anneaux de la trachée.

Dans cette opération, le chirurgien peut se placer à droite ou à gauche du malade indifféremment. La trachéotomie est pra-

tiquée très-rapidement, si l'incision ne dévie pas de la ligne médiane.

On a reproché à ce procédé son action un peu aveugle, et le danger qu'entraîne la fixation de la trachée par le tenaculum, fixation qui nuit momentanément à l'énergie des derniers efforts respiratoires du malade.

3° *Procédé de M. Maisonneuve.* — Le nouvel instrument de M. Maisonneuve, nommé par lui trachéotome, consiste en une lame en forme d'aiguille courbe, tranchante sur sa concavité. La pointe est en fer de lance, le talon se monte sur un manche fixe.

La ponction de la trachée étant pratiquée par la pointe, celle-ci ressort de dedans en dehors, en traversant la trachée et les téguments, que dans ce même temps la lame doit couper d'un seul coup.

Nous ne savons pas si l'instrument a été essayé sur le vivant; sur le cadavre, son emploi est facile; mais on a à redouter la perforation de la trachée de part en part, si le trachéotome est introduit trop profondément. Nous reprocherons en outre à ce procédé d'agir tellement à l'aveugle qu'on ne pourra jamais l'employer avec une complète sécurité.

Soins consécutifs à la trachéotomie. — La réussite des trachéotomies tient en grande partie à la bonne entente des soins consécutifs à l'opération; ces soins ne peuvent être guère appris qu'au lit du malade, et dans les hôpitaux d'enfants où ils ont été le résultat de la longue pratique des médecins et des religieuses. Une surveillance continuelle, une attention de tous les instants, un dévouement inaltérable, sont avant tout le nécessaire; M. Trousseau a eu le mérite d'insister avec force sur ce point capital, et d'en faire la pierre angulaire du traitement.

La canule ayant été placée et fixée solidement, l'enfant sera habillé, réchauffé, ranimé s'il est encore un peu sous l'influence

de l'état asphyxique antérieur. Des lotions vinaigrées seront pratiquées sur la poitrine et la face; on cherchera surtout à stimuler l'énergie de la respiration, afin de produire par des accès de toux l'expulsion des fausses membranes. Dans le même but, on donnera à boire un peu d'eau rougie sucrée. Enfin on placera autour du cou une cravate en mousseline, qui, participant de la chaleur du corps, réchauffera l'air qui entre par la canule, et prévendra autant que possible la pneumonie presque inévitable avant l'invention de ce petit procédé.

L'enfant est reporté à son lit; tantôt il paraît jouir d'un bien aise parfait, respire librement, regarde autour de lui; tantôt sa respiration est encore pénible, entrecoupée de quintes de toux; tantôt enfin une sorte d'hébétude persiste après l'asphyxie et l'entraîne au sommeil.

Au bout de quelques instants, le besoin du sommeil se manifeste impérieusement. Il faut le retarder pendant un quart d'heure ou une demi-heure, surtout pour les malades qui toussent et ceux qui depuis l'opération sont restés hébétés, on doit provoquer la toux; sans quoi le sommeil amènerait une obstruction temporaire des bronches par les mucosités, de la trachée par les fausses membranes, obstruction qui favorise singulièrement le collapsus du poumon et la congestion inflammatoire.

Dès que l'enfant sera réveillé, on surveillera la respiration; celle-ci devient-elle bruyante, on retirera la canule interne qui sera nettoyée à l'aide d'un écouvillon et trempée dans l'eau tiède. Cette opération se renouvellera très-souvent.

Vingt-quatre ou trente-six heures après l'opération, on enlèvera la canule double pour la nettoyer complètement, changer les rubans, le taffetas gommé et visiter la plaie. Celle-ci sera cautérisée avec le nitrate d'argent ou bien pansée au jus de citron. Pendant toute la durée du pansement, on se munira d'un dilatateur, et on sera prêt à l'introduire si la respiration s'embarrasse.

Si la respiration est régulière, on laissera le malade privé de canule pendant dix minutes, un quart d'heure pour le premier pansement. Les jours suivants, cet intervalle sera prolongé, et vers le cinquième jour, dans les cas heureux, l'enfant pourra se passer de canule.

Le but de cette méthode est : 1° de prévenir les ulcérations par suite du contact trop prolongé de la canule ; 2° d'habituer l'enfant à respirer par le larynx ; 3° de saisir les fausses membranes en partie adhérentes à la trachée et flottantes au fond de la plaie.

La canule doit être encore enlevée complètement si le malade est pris d'un accès de suffocation rapide, la cause en est presque toujours due à un lambeau de fausse membrane qui obture la lumière de la canule et forme bouchon, soit qu'il ait été amené là par les efforts d'expectoration, soit que la canule l'ait refoulé en s'en coiffant pour ainsi dire.

Enfin on occupera l'enfant, on cherchera à l'amuser, on prévendra tout ce qui peut le contrarier, les contrariétés se traduisant en effet par des quintes de toux très pénibles.

Régime des opérés. — Faire manger les enfants ; tel est le secret des premiers succès de M. Trousseau ; les enfants s'y prêtent tant que les complications n'apparaissent pas. Quelques-uns cependant doivent être contraints, parce que l'ingestion des aliments provoque la toux ; on emploiera alors divers subterfuges pour les déterminer à se soutenir.

L'invasion de la pneumonie consécutive est annoncée, outre les signes physiques, par la perte de l'appétit. Il faut encore nourrir les malades, mais très légèrement.

Quant à la paralysie du voile du palais qui complique si souvent le croup, elle exige des soins encore plus assidus. Dut-on recommencer vingt fois, on fera prendre aux enfants des tapiocas, des bouillies qui passent moins facilement par le nez et par la trachée ; et on les empêchera ainsi de mourir littéralement de faim.

Nous pensons que les médicaments sont plus nuisibles qu'utiles lorsque la marche de la maladie est régulière ; ils fatiguent les malades, les dégoûtent, et leur donnent de l'éloignement pour les aliments.

Le kermès, le sirop de tolu, sont prescrits quelquefois ; le premier avec ménagement parce qu'il détermine la diarrhée et épuise l'opéré.

Le sirop de quinquina sera employé avec succès comme tonique, ainsi que le café au quinquina.

Enfin, on évitera avec soin les causes de refroidissement ; l'enfant ne sortira qu'après cicatrisation de la trachée.

Nous renvoyons pour d'autres détails à l'excellente thèse de M. Millard 1858, qui a traité la question avec soin et talent.

Accidents de la trachéotomie. — La trachéotomie est en général une opération facile ; mais dans certains cas, chez les enfants jeunes principalement, elle se complique de difficultés, et peut même être suivie d'accidents mortels.

De ces accidents de la trachéotomie, les uns peuvent survenir pendant le cours de l'opération, et les autres au bout de plusieurs jours seulement. De là une distinction entre des accidents immédiats et des accidents consécutifs.

Accidents immédiats. — Les plus fréquents sont l'hémorrhagie, la mort apparente, l'emphysème, les convulsions et l'incision de la paroi postérieure de la trachée.

Hémorrhagie. — Il est rare que l'opération se fasse à blanc. Habituellement il y a un écoulement de sang qui devient plus abondant si l'opérateur rencontre un corps thyroïde très-volumineux, ou si l'enfant, en proie depuis quelques heures à l'asphyxie, présente un gonflement considérable des veines du cou.

Comme on a presque toujours affaire à du sang veineux, l'écoulement cesse après l'introduction de la canule, dont il faut alors tenir les liens plus serrés afin de produire un peu de com-

pression ; dans les cas d'hémorrhagie persistante on emploiera avec succès des rondelles d'amadou et le perchlorure de fer.

Mort apparente. — Elle arrive plus souvent par asphyxie que par syncope. L'insufflation pulmonaire, les pressions sur le thorax, la flagellation, suffisent ordinairement pour rappeler les enfants à la vie.

L'emphysème survient ordinairement dans le cours des opérations où l'introduction de la canule s'accompagne de difficultés. Quelquefois nous l'avons vu se produire le lendemain de l'opération, ce qui tenait probablement à ce que la canule, échappée de la plaie de la trachée, l'avait obstruée incomplètement en se plaçant au-devant d'elle ; l'air ne pouvant s'échapper par la plaie cutanée, s'était alors infiltré dans le tissu cellullaire. Borné au cou et à la partie supérieure de la poitrine, l'emphysème disparaît au bout de deux à trois jours. Mais s'il gagne la face, envahit tout le thorax et a une tendance à se généraliser, il produit promptement la mort.

Quand il survient avant l'introduction de la canule, il rend ce temps de l'opération extrêmement pénible.

Les *convulsions* rares tiennent à la congestion du cerveau, consécutives à la gêne de la respiration.

La *perforation de la trachée* est un accident qui a été signalé chez les jeunes enfants qui ont ce conduit peu volumineux.

Accidents consécutifs. Ce sont l'altération de la plaie et les ulcérations trachéales.

Ces deux complications, qui souvent existent ensemble, nous paraissent devoir être rapportées à la même cause, l'altération profonde de l'économie par le fait de l'intoxication diphthéritique.

Les altérations de la plaie sont de diverses natures, tantôt c'est un érysipèle qui se déclare, tantôt c'est la plaie qui se recouvre d'exsudation diphthéritique. Enfin, dans certains cas,

c'est la gangrène qui se déclare. Ces symptômes locaux sont toujours l'indice d'un état général très-grave et d'un fâcheux pronostic. La fréquence de ces complications tient beaucoup au génie de l'épidémie ; très-commune dans certaines années, elles disparaissent pour revenir ensuite.

Les ulcérations de la trachée sont dues au contact de la canule. On les rencontre à la partie postérieure, là où correspond la courbure de la canule, et à la paroi antérieure là où appuie le bord antérieur de l'extrémité de la canule. Mais il faut admettre une tendance générale de l'économie à l'ulcération, car tous les enfants qui ont gardé la canule un certain temps ne présentent pas cette altération, et nous l'avons rencontrée à l'autopsie d'enfants qui avaient succombé trois et quatre jours seulement après l'opération.

On évitera du reste cette complication en employant les canules mobiles fabriquées par M. Luër suivant les indications de M. Roger. Ces canules ont leur partie verticale articulée et non soudée avec leur portion horizontale, ce qui leur permet de se mouvoir en haut et en bas, latéralement, et de suivre les mouvements de la trachée.

TROISIÈME PARTIE.

STATISTIQUE DE LA TRACHÉOTOMIE.

I. — STATISTIQUE DE LA TRACHÉOTOMIE A L'HOPITAL DES ENFANTS MALADES.

Il est difficile de dresser une statistique exacte de la trachéotomie à Paris; en effet, deux cas peuvent se présenter : ou bien l'opération a été pratiquée en ville, et les chirurgiens n'en publient pas le résultat; ou bien les enfants opérés ont été traités dans les hôpitaux et soumis par cela même à toutes les influences désastreuses d'un séjour prolongé dans un milieu nuisible ; dans ce cas les résultats sont moins avantageux et ne peuvent représenter la somme des chances favorables de l'opération. Ce que nous disons au sujet de la trachéotomie s'applique à toutes les opérations graves, et l'on sait, par exemple, que la mortalité des amputations est au moins deux fois plus considérable dans les hôpitaux de Paris que dans de petites villes et la campagne.

Mais si nous établissons qu'à Paris même, les succès dans la trachéotomie ont une certaine importance, on peut en inférer que dans tout autre lieu la proportion des succès ne fera que s'accroître. De cette façon, nous l'espérons, on verra se dissiper bien des préventions contre un moyen héroïque, qui seul peut conjurer la terminaison funeste du croup.

Dans ce but nous avons relevé à l'hôpital des Enfants Malades la liste des trachéotomies faites dans une période de dix ans, de 1851 à 1861.

Antérieurement à cette époque, la trachéotomie était pour ainsi dire inconnue à Paris; son introduction date de l'arrivée de M. Trousseau à l'hôpital des Enfants ; et cependant le croup

n'était rien moins que fréquent. De 1826 à 1840, le croup a enlevé 229 victimes par an, à Paris, et 387 dans les 15 années suivantes [1]. Récemment encore, du 1er janvier 1853 au 1er juillet 1856, on compte dans le 3e arrondissement de Paris population 69,000 âmes, 99 décès causés par le croup, la trachéotomie n'ayant été pratiquée que 17 fois [2].

Les premiers succès furent obtenus à l'hôpital des Enfants en 1849 et 1850. Dès lors l'impulsion était donnée et l'opération devint fréquente.

Année 1851. — 30 trachéotomies ; garçons 24, filles 7.

Garçons morts. . .	11	Filles mortes.	6
Garçons guéris. . . .	13	Filles guéries. . . .	1

Total. . . 14 guérisons 17 morts.

Proportion des guérisons, 1 sur 2,2

Année 1852. — 61 trachéotomies ; garçons 26, filles 35.

Garçons morts. . .	19	Filles mortes.	24
Garçons guéris. . .	7	Filles guéries. . .	11

Total. . . 18 guérisons 43 morts.

Proportion des guérisons, 1 sur 3,3.

Année 1853. — 61 trachéotomies ; garçons 31, filles 30.

Garçons morts. . . .	27	Filles mortes	25
Garçons guéris. . . .	4	Filles guéries. . . .	5

Total. . . 9 guérisons 52 morts.

Proportion des guérisons, 1 sur 5,7.

[1] Roger et Sée. Statistique du Croup. Gaz. hôp., 2 novembre 1858

[2] Bergeron. Statistique du Croup dans le 3e arrond. de Paris, id.

Année 1854. — 42 trachéotomies ; garçons 25, filles 17.

Garçons morts. . . .	20	Filles mortes.	9
Garçons guéris. . . .	5	Filles guéries. . . .	8

Total. . . 13 guérisons 29 morts.
Proportion des guérisons, 1 sur 3,2.

Année 1855. — 48 trachéotomies ; garçons 23, filles 25.

Garçons morts. . . .	17	Filles mortes..	18
Garçons guéris . . .	6	Filles guéries. . . .	7

Total. . . 13 guérisons 35 morts.
Proportion des guérisons, 1 sur 3,6.

Année 1856. — 54 trachéotomies ; garçons 34, filles 20.

Garçons morts. . . .	22	Filles mortes.	12
Garçons guéris. . . .	11	Filles guéries. . . .	6

Total. . 17 guérisons 34 morts.
Proportion des guérisons, 1 sur 3,2.

En outre 3 enfants, 1 garçon et 2 filles, ayant quitté l'hôpital avant la guérison, et sur lesquels on manque de renseignements [1].

Année 1857. — 70 trachéotomies ; 41 garçons, 29 filles.

Garçons morts. . . .	36	Filles mortes.	18
Garçons guéris. . . .	5	Filles guéries	11

Total. . . 16 guérisons 54 morts.
Proportion des guérisons, 1 sur 4,3.

[1] Ce chiffre supplémentaire est compris dans le chiffre des opérations, mais non dans celui des morts et guérisons. La proportion est déduite comme s'il comptait au rang des morts.

Année 1858. — 109 trachéotomies ; 51 garçons, 58 filles.

Garçons morts.	34	Filles mortes.	39
Garçons guéris.	17	Filles guéries.	18

Total. 35 guérisons 73 morts.

Proportion des guérisons ; 1 sur 3.

En outre une fille ayant quitté l'hôpital avant guérison.

Année 1859. — 161 trachéotomies ; 75 garçons, 86 filles.

Garçons morts.	55	Filles mortes.	61
Garçons guéris.	19	Filles guéries.	23

Total : 42 guérisons. — 116 morts.

Proportion des guérisons : 1 sur 3,8.

En outre, 2 filles et 1 garçon ayant quitté l'hôpital avant guérison.

Année 1860. — 105 trachéotomies. 60 garçons, 45 filles.

Garçons morts.	50	Filles mortes.	37
Garçons guéris.	10	Filles guéries.	8

Total ; 18 guérisons. 87 morts.

Proportion des guérisons : 1 sur 5,8.

La proportion des guérisons a donc été :

En 1851.	1 sur 2,2	En 1856	1 sur 3,2
— 1852.	— 3,3	— 1857.	— 4,3
— 1853.	— 5,7	— 1858.	— 3,0
— 1854.	— 3,2	— 1859.	— 3,8
— 1855.	— 3,6	— 1860.	— 5,8

Ce qui donne pour moyenne, dans les dix années, 3,8.

Le résumé de ces statistiques partielles répartit ainsi les opérations :

742 trachéotomies.	Garçons	390
	Filles.	352

Garçons morts . . .	291	Filles mortes. . . .	49
Garçons guéris. . .	97	Filles guéries. . . .	98

Plus 5 filles et 2 garçons sortis avant guérison.

Si le nombre des garçons opérés, 390, est plus considérable que celui des filles, 352, la proportion des succès est inverse,

Garçons guéris, 1 sur 4,0.
Filles guéries, 1 sur 3,5.

II. — STATISTIQUE DE LA TRACHÉOTOMIE A L'HOPITAL SAINTE-EUGÉNIE.

Les résultats de la trachéotomie à l'hôpital Sainte-Eugénie diffèrent un peu de ceux que nous avons signalés à l'hôpital des Enfants-Malades. La mortalité y est plus élevée et dans une proportion plus notable.

L'hôpital Sainte-Eugénie a été ouvert en mars 1854.

En 1854, on a pratiqué 13 fois la trachéotomie, 1 seul malade a guéri. — En 1855, sur 18 malades atteints du croup, 4 guérisons, dont 2 d'enfants trachéotomisés. — En 1856, même nombre de malades; 3 trachéotomies suivies de succès. — En 1857, l'opération est faite 22 fois et ne donne que 2 succès. — En 1858, du 1er janvier au 3 juin, 1 guérison sur 7 opérés; en août, 12 opérations, pas un seul succès; en septembre et octobre, 4 guérisons sur 14 malades; à la fin de l'année, novembre et décembre, 1 guérison sur 14.

Le relevé des croups opérés de mars 1854 au 15 août 1859, c'est-à-dire dans une période quinquennale, donne le tableau suivant [1].

Enfants opérés. . . .	177
— morts. . . .	151
— guéris. . . .	26

Proportion des guérisons: 1 sur 6,8.

[1] Ces documents sont empruntés au relevé de M. Barthez. Gaz. hebd 1859, p. 758 et suiv.

Pour compléter ces résultats, nous allons exposer le relevé des trachéotomies pratiquées à Sainte-Eugénie, du 1er janvier 1858 au 15 août 1861 [1]

Année 1858. — 119 trachéotomies ; 67 garçons, 52 filles.

Garçons morts. . . .	55	Filles mortes. . . .	43
Garçons guéris . . .	12	Filles guéries. . . .	9

Total : 21 guérisons, 98 morts.

Proportion des guérisons : 1 sur 5,6.

Année 1859. — 123 trachéotomies ; 63 garçons, 58 filles.

Garçons morts. . . .	54	Filles mortes. . . .	49
Garçons guéris . . .	11	Filles guéries. . . .	9

Total : 20 guérisons, 103 morts.

Proportion des guérisons : 1 sur 6,1.

Année 1860. — 55 trachéotomies ; 29 garçons, 26 filles.

Garçons morts.	25	Filles mortes.	23
Garçons guéris.	4	Filles guéries.	3

Total : 7 guérisons, 48 morts.

Proportion des guérisons : 1 sur 7,8.

Année 1861 jusqu'au 15 août. — 46 trachéotomies ; 29 garçons, 17 filles.

Garçons morts. . . .	26	Filles mortes. . . .	15
Garçons guéris. . . .	3	Filles guéries. . . .	2

Total : 5 guérisons, 41 morts.

Proportion des guérisons : 1 sur 9,2.

[1] Les résultats sont relevés sur les documents officiels de l'administration de l'hôpital Ste-Eugénie. Ils ont été communiqués par M. Cazin, interne à Ste-Eugénie.

La proportion des guérisons a donc été :

En 1858. . . .	1 sur 5,6	En 1860. . . .	1 sur 7,8
— 1859. . . .	— 6,1	— 1861. . . .	— 9,2

Ce qui donne pour moyenne dans quatre années, 1 sur 7,1.

La moyenne était de mars 1854 au 15 août 1859, 1 sur 6,8.

La statistique de Sainte-Eugénie est par conséquent inférieure à celle de l'hôpital des Enfants. Faut-il attribuer cette différence à la malignité du croup dans les faubourgs populeux qui entourent Sainte-Eugénie, ou bien, les médecins de l'hôpital ayant une grande confiance dans le traitement médical de la diphthérie laryngée, attendent-ils trop tard pour opérer. Ce sont là des questions que nous ne sommes pas en mesure de résoudre aujourd'hui.

III. — STATISTIQUE DE LA TRACHÉOTOMIE A PARIS (HORS DES HOPITAUX) ET EN PROVINCE.

Les succès actuels de la trachéotomie sont dus à la connaissance plus approfondie des soins consécutifs, du régime des opérés, non moins qu'à la proscription de moyens thérapeutiques dangereux, tels que les vésicatoires et les sangsues. On ne peut qu'expliquer ainsi l'amélioration des statistiques. Nous avons parlé plus haut de ces détails minutieux dont l'importance devient si grande, quand il s'agit de conserver la vie des enfants; nous ne reviendrons pas sur ce sujet; mais la liste qui va suivre fera juger de ce qu'était l'opération avant la vulgarisation de la méthode hygiénique consécutive [1].

1° Opérations pratiquées par MM Gosselin, Deguise, Huguier, Jarjavay, Monod :

Enfants opérés.	95
— morts	95

[1] Ces chiffres ont été produits à l'académie de médecine, lors de la discussion sur la trachéotomie.

2° Opérations pratiquées par MM. A. Guérin, Michon, Lauger, Robert, Nélaton, Lenoir, Depaul :

Enfants opérés	147
— morts	146
— guéris	1

3° Opérations pratiquées par MM. Velpeau, Jobert et Désormaux :

Enfants opérés	84
— morts	68
— guéris	16

4° Opérations pratiquées par MM. Richet, Follin, Broca, Richard, Demarquay :

Enfants opérés	39
— morts	20
— guéris	19

Il nous est malheureusement impossible de déterminer quels sont, dans le nombre, les enfants opérés en ville ; les chiffres représentant la totalité des opérations faites à la ville et à l'hôpital. Il reste donc une lacune difficile à combler sans la publication de quelques statistiques partielles.

MM. Beyfard (Paris),	13 morts.	4 guérisons.
Moynier [1] (Paris),	31 —	11 —
Archambault (Paris),	21 —	8 —
Lalois (Belleville),	6 —	3 —
Total.	43 morts.	26 guérisons.

Soit, pour Paris : 1 sur 2,6.

[1] Union médicale, 15 août 1861.

MM. Bardinet et ses confrères (Limoges),	57 morts.	17 guér.
Saussier (Troyes)	6 —	3 —
Viard (Montbard)	2 —	1 —
Baudin (Nantua)	4 —	3 —
Pétet (Du Câteau)	9 —	5 —
Total	78 morts.	29 guér.

Soit, pour la province, 1 sur 3,6.

Mais, nous le répétons, toute cette statistique est à faire, et nous ne doutons pas que la proportion des succès doit être beaucoup plus considérable en province.

Un succès sur 2,6 à Paris, 1 sur 3,6 en province, 1 sur 3,8 à l'Hôpital des Enfants, tel est le bilan de la trachéotomie dans le croup, telle est la meilleure défense de l'opération. Dieu merci, nous sommes bien loin de l'époque où le traitement médical du croup ne donnait qu'une guérison sur 6,5 de 1833 à 1839, et même une sur 18,5 de 1840 à 1841 [1]. La trachéotomie a donc réalisé un véritable progrès dans la thérapie de cette affection.

IV. — STATISTIQUE DU TRAITEMENT MÉDICAL DU CROUP.

Tous les ans, un certain nombre d'enfants meurent dans les hôpitaux sans avoir été trachéotomisés, ou bien guérissent avant que l'opération ait été jugée urgente. La statistique de ces cas représentera donc le résultat du traitement médical.

Mais en groupant les chiffres relatifs à cette statistique, il ne faut pas commettre une erreur qui s'est déjà produite plusieurs fois, et dont nous allons faire comprendre l'importance par un exemple.

En 1859, 70 enfants atteints de croup n'ont pas été trachéomisés, Hôpital des Enfants; 35 ont guéri, 35 sont morts. Il ne

1 Barthez, Acad. des sciences, séance du 20 novembre 1858.

faut pas dire ici que la guérison par le traitement médical est 1 sur 2, mais on doit compter comme insuccès du traitement médical, non seulement les enfants morts sans opération, mais tous ceux qui ont subi la trachéotomie, dernier remède contre une asphyxie que les soins médicaux les mieux appropriés n'ont pu prévenir. La moyenne change, et dans l'exemple donné ci-dessus, elle devient : 1 sur 6,6, le nombre total des croups de l'année étant de 234.

Les médecins de l'hôpital Sainte-Eugénie accordent une grande confiance au traitement médical actif du croup. Voici la statistique des croups non opérés à cet hôpital pendant 3 ans.

Année 1858. — 145 cas de croup : 82 garçons, 63 filles.

Enfants non opérés.	26
Garçons morts.	9
Garçons guéris.	6
Filles mortes	7
Filles guéries	4

Total. . . . . 10 guérisons. — 16 morts.

Année 1859. — 158 cas : 85 garçons, 73 filles.

Enfants non opérés.	35
Garçons morts.	12
Garçons guéris	8
Filles mortes	7
Filles guéries..	8

Total. . . . . 16 guérisons. — 19 morts.

Année 1860. — 79 cas : 46 garçons, 33 filles.

Enfants non opérés	24
Garçons morts	13
Garçons guéris	4
Filles mortes	4
Filles guéries	3
Total	7 guérisons. — 17 morts.

V. — STATISTIQUE DE LA TRACHÉOTOMIE CHEZ LES ANIMAUX.

On nous permette de mettre en regard de la statistique des trachéotomies chez l'homme, les résultats empruntés à la médecine vétérinaire.

On sait que les affections diphthéritiques ne sont pas rares chez les animaux domestiques, et que l'angine croupale est depuis longtemps traitée par la trachéotomie [1].

Cette opération pratiquée à la période ultime donne de 67 à 68 succès sur 100, même avec les complications, et en particulier la pneumonie.

La trachéotomie préventive, faite pour empêcher la prorogation des fausses membranes, donne de 75 à 80 guérisons sur 100.

Il serait téméraire de conclure de l'animal à l'homme, mais on ne peut s'empêcher de remarquer combien l'ouverture de la trachée est une opération bénigne en elle-même.

VI. — INFLUENCE DE L'AGE SUR LE SUCCÈS DE LA TRACHÉOTOMIE.

S'il est un fait bien établi scientifiquement, c'est celui-ci : Avant deux ans la trachéotomie ne guérit pas ou guérit très-rarement. Tel est l'enseignement de M. Trousseau et des médecins d'enfants.

A l'hôpital Necker, on soigne du croup, tous les ans, un

[1] Delafond. Acad. méd., 11 janvier 1859.

grand nombre d'enfants au-dessous de deux ans, et presque jamais l'opération n'est tentée. Une série de quarante revers sans une seule guérison a motivé la proscription de la trachéotomie d'une manière générale. On n'y a recours que pour des enfants de 18 à 24 mois, de forte constitution.

Chez les petits enfants en effet, aux dangers de la pneumonie, s'en ajoute un autre au moins aussi grave; la non-expulsion des mucosités bronchiques, qui produit l'asphyxie tout aussi bien que les fausses membranes, soit par l'obturation des grosses bronches, soit par celle des petites, et alors détermine un véritable collapsus pulmonaire.

Les succès avant deux ans sont donc extrêmement rares. On peut les compter, et ils restent dans chaque hôpital à l'état de tradition.

De 2 à 5 ans se montrent le plus grand nombre de beaux résultats, mais il ne faut pas oublier que cette période de temps est en rapport avec la plus grande fréquence du croup, par conséquent le chiffre des succès est ici absolu et non relatif.

Au-dessus de 5 ans, la proportion des succès croît par rapport au nombre d'enfants du même âge opérés.

Voici le tableau des âges de 40 enfants opérés en 1859, et guéris.

Au-dessous de 2 ans . .	0
A 2 ans	0
2 — 1/2.	5
3 —	7
4 —	7
5 —	9
6 —	3
7 —	5
8 —	1
9 —	1
11 —	1
12 —	1

VII. — INFLUENCE DES SAISONS SUR LE SUCCÈS DE L'OPÉRATION.

L'influence des saisons sur le succès de la trachéotomie est remarquable. Elle est en rapport avec la fréquence de la pneumonie, affection qui suit malheureusement trop souvent l'opération.

Le tableau suivant fait connaître par mois le résultat de 40 trachéotomies pratiquées en 1859 à l'hôpital des Enfants-Malades.

Janvier :	21 opérations,	4 guérisons,	1 sur 7.	
Février :	22	—	2	— 11.
Mars :	21	—	8	— 2,6.
Avril :	13	—	2	— 6,5.
Mai :	15	—	2	— 7,5.
Juin, Juillet, Août :	29	—	7	— 4,1.
Septembre :	12	—	4	— 3.
Octobre :	7	—	5	— 1,4.
Novembre :	12	—	4	— 3.
Décembre :	12	—	2	— 6.

D'après la gravité des opérations, les mois se répartissent ainsi :

Février :	1 sur 11.		Juin, Juillet, Août :	1 sur 4,1.	
Mai :	—	7,5.	Septembre :	—	3.
Janvier :	—	7.	Novembre :	—	3.
Avril :	—	6,5.	Mars :	—	2,6.
Décembre :	—	6.	Octobre :	—	1,4.

En résumé, l'hiver et le printemps sont désastreux pour la trachéotomie ; l'été, mais surtout l'automne, favorisent ses succès.

Dans ce tableau, la proportion remarquablement heureuse de succès au mois de mars est exceptionnelle.

VIII. — EFFICACITÉ DE LA TRACHÉOTOMIE SUIVANT LES DIVERSES PÉRIODES DU CROUP.

Le croup une fois confirmé, à quelle période de la maladie

faut-il opérer? C'est une question sur laquelle nous n'insisterons pas autant que le comporte la gravité du sujet, parce que nous croyons la question parfaitement jugée après la mémorable discussion de l'Académie de Médecine. — *Plus tôt la trachéotomie est pratiquée, plus elle a de chances de succès.* — Telles sont les conclusions auxquelles sont arrivés les docteurs Letixerant, André, Thibaut et Millard dans leurs thèses sur la trachéotomie. Nous aurions pu citer ici les faits observés par nos collègues, mais nous nous contenterons de ceux qui ont été soumis à notre observation, parce que nous les croyons en nombre suffisant comme statistique.

A quelle période du croup faut-il opérer? A la seconde répondent les auteurs cités plus haut.

Pour notre compte, nous ne trouvons pas cette réponse assez nette, assez précise. Nous croyons que les périodes du croup, comme celles de toutes les maladies, ne sont nullement définies et que chacun peut les transformer à sa guise.

Si en effet on prend la division classique du croup en trois périodes, on voit que la deuxième période est caractérisée par le début des phénomènes d'asphyxie avec accès de suffocation, et la troisième par l'asphyxie confirmée et mort imminente. Or, combien de fois n'arrive-t-il pas que le *premier* accès de suffocation, signe caractéristique de la seconde période, produit l'asphyxie imminente et quelquefois telle que l'enfant succombe. Ce sont des faits dans lesquels la distinction des périodes du croup ne saurait être établie puisqu'elles n'existent pas, et qu'on voit survenir en même temps les signes de la deuxième et de la troisième période.

Comme la trachéotomie n'est faite que dans un but, celui de remédier à l'asphyxie produite par obstacle à l'entrée de l'air, c'est surtout sur le degré de l'asphyxie qu'il faut baser l'opportunité de l'opération.

En observant attentivement la marche de l'*asphyxie croupale*, on peut y reconnaître trois degrés :

Premier degré. — *Asphyxie au début.* — Marqué par le sifflement laryngé, avec respiration un peu pénible et ne se faisant qu'avec effort des muscles inspirateurs, mais sans fréquence. A l'auscultation on entend encore le murmure vésiculaire, quoique affaibli. Le visage est bon et n'exprime aucune souffrance.

Là peuvent se borner les symptômes du croup, et alors la guérison s'obtient sans opération.

Ajoutez à ce degré, l'opération ne doit jamais être pratiquée, jamais même proposée.

Deuxième degré. — *Asphyxie confirmée.* — Les symptômes précédemment annoncés augmentent de gravité. La respiration devient bruyante aux deux temps, plus pénible, plus fréquente et s'accompagne à l'inspiration d'une dépression très-grande du creux épigastrique. Le murmure vésiculaire manque complétement, masqué par le bruit laryngé. Le visage se congestionne, et l'on voit apparaître des accès de suffocation. Ces derniers peuvent manquer et alors la dyspnée suit une marche croissante et progressive jusqu'au point de produire l'asphyxie avec mort imminente caractérisant le troisième degré.

Nous avons operé un certain nombre d'enfants dans ces conditions. C'étaient pour la plupart des enfants dont nous avions suivi la maladie dès le début pas à pas, et chez lesquels les divers traitements employés ont été inutiles. La dyspnée n'en faisant pas moins de progrès, l'opération a été pratiquée avant qu'on ne laissât les poumons se congestionner d'un sang incomplétement hématosé. D'autres enfants étaient confiés à nos soins seulement lorsqu'ils étaient parvenus à ce degré d'asphyxie. S'ils étaient vierges de tout traitement, on essayait immédiatement les vomitifs, et l'opération n'était pratiquée que si leur emploi était suivi d'aggravation.

Plusieurs enfants nous étaient apportés après avoir été traités souvent d'une façon déplorable, débilités par les sangsues, cou-

vents de vésicatoires, et atteints de diarrhée due à l'emploi de vomitifs trop répétés. Dans ces cas, la trachéotomie était pratiquée immédiatement.

Dans le *troisième degré de l'asphyxie*, la mort est imminente, soit qu'elle soit survenue progressivement, soit par le fait d'un accès de suffocation.

C'est dans ces derniers cas que la trachéotomie rend soudainement la vie à des malades qui avaient déjà un pied dans la tombe, suivant la magnifique expression de Fabrice d'Aquapendente. Parmi les enfants opérés dans cet état, un petit nombre ont guéri, ceux-là seulement opérés à la suite d'un accès de suffocation. Tous ceux chez lesquels l'asphyxie avait marché d'une façon lente mais progressive, ont succombé. C'est à cette forme du croup qu'on a donné le nom de *croup infectieux*.

Laissons maintenant parler nos chiffres.

Sur 164 croups trachéotomisés soumis à notre examen :

94 furent opérés au troisième degré de l'asphyxie ;
74 — au deuxième —

Sur les 94 enfants operés au troisième degré, 15 guérirent.
Tandis que sur 74 opérés au deuxième degré, 25 guérirent.
Différence énorme.

La thèse de M. Millard donne la même proportion. Sur 23 enfants opérés à la deuxième période, ce qui correspond à peu près à notre second degré d'asphyxie, 13 ont survécu, c'est-à-dire plus de la moitié. Au contraire, sur les 31 trachéotomies faites à la troisième période, 8 seulement, c'est-à-dire le quart, ont été suivies de guérison.

Il faut donc opérer de bonne heure, car en laissant l'asphyxie se prolonger, les organes pulmonaires, le cerveau se congestionnent, et alors la réaction est bien plus dangereuse. C'est ainsi que chez les enfants opérés à la troisième période, les opérations sont bien plus difficiles. Les veines du cou tuméfiées et gonflées

de sang, donnent très souvent des hémorrhagies gênantes, puis on observe assez fréquemment des convulsions causées par la gêne de la circulation cérébrale due au défaut d'hématose, et enfin un dernier symptôme auquel nous n'attachons pas toute l'importance que certains médecins ont voulu y attribuer, nous voulons parler de l'anesthésie.

Plus la période d'asphyxie qui a précédé l'opération a été courte, moins la réaction est dangereuse, car les forces de l'enfant, si précieuses pour la convalescence, ne sont pas usées.

Ce qui le prouve bien, c'est que ceux de nos petits malades opérés au deuxième degré de l'asphyxie qui n'ont pas survécu, résistaient 5, 6 et 10 jours et même plus après l'opération.

Ceux au contraire qui furent opérés dans un état d'asphyxie très avancé (troisième degré), succombèrent peu de temps après l'opération, le jour même ou le lendemain.

D'un autre côté, *il n'est jamais trop tard pour opérer* tant qu'il n'y a pas positivement mort. La trachéotomie étant la dernière ressource, il faut la tenter, à moins que les phénomènes d'infection générale ne se soient manifestés.

IX. — INFLUENCE DES FORMES DU CROUP SUR LE SUCCÈS DE LA TRACHÉOTOMIE.

Le croup n'est plus aujourd'hui aussi simple dans son expression pathologique qu'au commencement de ce siècle; l'extension funeste de la diphthérie a beaucoup modifié sa forme primitive, et chaque variété a son degré de gravité bien accentué, dont il faut tenir compte dans les résultats de la trachéotomie.

Nous admettons cinq formes de croup :

1° Croup simple. C'était la forme la plus commune au siècle dernier et au commencement du dix-neuvième siècle ;

2° Croup compliqué d'angine sans infection générale. Cette

variété tend à devenir de plus en plus fréquente ; on la retrouve dans la grande majorité des cas actuels ;

3° Croup infectieux, diphthéritique ou malin. MM. Bretonneau et Trousseau ont dépeint de main de maître cette forme terrible, qui se montre surtout dans les épidémies et qui paraît fréquente en Angleterre et en Amérique ;

4° Croup secondaire. Forme presque aussi grave que la précédente et consécutive presque toujours à la rougeole. Les croups secondaires succédant à la scarlatine et la variole sont très-rares, du moins à Paris. La scarlatine s'accompagne plutôt d'angine exsudative, sans existence des fausses membranes au larynx ;

5° Croup récidivant. On observe tous les ans dans les hôpitaux quelques cas de récidive du croup, et nous avons vu un enfant qui a subi trois fois la trachéotomie.

1° Le croup simple est relativement bénin. Voici la statistique des croups simples à l'Hôpital des Enfants en 1859.

Croups simples	24
Enfants opérés	19
— morts	10
— guéris	9
Enfants non opérés . . .	5
— morts	2
— guéris	3

Total : 12 guérisons.

Proportion des guérisons : 1 sur 2.

La proportion des guérisons après trachéotomie est de 1 sur 2, 1.

Ce résultat doit faire regretter que la trachéotomie n'ait pas été employée à l'époque où le croup était fréquent et non accompagné de ses complications aujourd'hui si funestes.

2° Croup compliqué d'angine sans infection générale.

Nombre de cas	184
Enfants opérés	145
— morts	114
— guéris	31
Enfants non opérés	39
— morts	28
— guéris	11

Total : 42 guérisons.

Proportion des guérisons : 1 sur 4, 3.

La proportion des guérisons après trachéotomie est de 1 sur 4, 6.

Par conséquent, la mortalité après la trachéotomie est plus que double de celle qu'on observe quand l'opération est pratiquée sur des enfants atteints de croup simple.

3° Croup infectieux.

Pas une seule guérison.

4° Croup secondaire.

Nombre de cas	7
Enfants opérés	5
— morts	5
Enfants non opérés	2
— morts	2

On connaît néanmoins quelques cas de guérison de croup secondaire; M. Millard en cite dans sa thèse une remarquable observation.

5° Croup récidivant :

Nombre de cas	2
Enfant opéré	1
— guéri	1
Enfant non opéré	1
— guéri	1

Il est à noter que les récidives du croup ne sont pas très-dangereuses. Le croup récidivant est ordinairement simple.

X. — INFLUENCE DES ÉPIDÉMIES SUR LE SUCCÈS DE LA TRACHÉOTOMIE.

Le génie épidémique agit surtout en modifiant l'aspect symptomatologique du croup ; par conséquent il détermine la prédominance de telle ou telle forme de celui-ci. Il est évident que les épidémies du croup compliqué sont plus graves que les épidémies de croup simple ; et ce que nous venons de dire relativement à l'influence des formes de croup sur les succès de la trachéotomie, nous dispense de nous étendre davantage sur ce sujet.

APPENDICE.

CONTAGION DU CROUP ET TRAITEMENT PROPHYLACTIQUE.

Nous ne discuterons pas ici la contagion des affections diphthéritiques, nous croyons la question parfaitement jugée. Trop d'exemples de propagation de cette maladie s'offrent tous les jours à l'observation des médecins pour qu'il soit permis d'hésiter. N'a-t-on pas encore présentes à la mémoire les morts si malheureuses de Blache fils, Valleix et Gillette? Pour notre part, nous qui avons observé un grand nombre d'enfants enlevés à leur famille, victimes de la contagion, et qui avons été témoins des derniers moments de notre vénéré maître Gillette, succombant avec toute la plénitude de son intelligence à une dyspnée atroce, nous ne saurions trop recommander la prudence à l'égard des parents et amis qui soignent les malades.

Si les enfants ne peuvent être éloignés du foyer de la contagion, qu'on les surveille attentivement.

Les affections diphthéritiques prises dès le début et soumises à un traitement approprié perdent beaucoup de leur gravité.

En 1826, M. Bretonneau fut envoyé à l'École militaire de la Flèche pour observer une épidémie d'angine et de croup qui avait déjà fait plusieurs victimes. Dès le jour de son arrivée, il examina toutes les gorges des élèves et répéta cet examen chaque jour; dès qu'il observait la moindre rougeur il instituait le

traitement topique, et grâce à ces prudentes mesures il ne perdit pas un seul malade et arrêta les progrès de l'épidémie.

Tel est le meilleur traitement prophylactique du croup.

Nous devons cependant mentionner ici les idées de M. Oranam, qui, à deux reprises différentes, 1855[1] et 1859, a communiqué à l'Académie des sciences, ses expériences sur l'action curative et prophylactique du brôme contre les affections pseudo-membraneuses.

Quoique ce médecin marche dans une voie qui ne soit pas la nôtre, nous n'avons pas voulu repousser systématiquement ses travaux, laissant aux médecins le soin de contrôler et de vérifier ses assertions.

Suivant ce médecin, le meilleur excipient du brôme est l'eau distillée qui dissout le brôme sans le décomposer, sans l'oxyder du moins à l'abri de la lumière.

Voici la formule :	Eau distillée.	100 gr.
	Bromure de potassium. .	0 10
	Brôme pur	0 10

L'eau bromée non-additionnée de bromure de potassium s'évente facilement à l'air libre. Le brôme en effet, par sa volatilité, tend constamment à s'échapper sous forme d'une faible vapeur, le liquide se décolore peu à peu en commençant par les couches supérieures, et si le flacon reste débouché, le brôme disparaît complètement au bout de quelques jours.

L'eau bromée doit être administrée avec précaution dans les cas de croup. Il faut toujours commencer par de faibles doses, 1 à 5 gouttes par jour dans un verre d'eau. Si l'estomac tolère le médicament, on peut porter la dose suivant l'âge du malade jusqu'à 25 et 30 gouttes. Au-delà douleurs d'estomac et vomissements.

[1] Bulletin de l'Académie des sciences et Nos 55 et 59.

A l'appui, M. Oranam cite 42 cas, dont 35 guérisons; seulement il ne dit pas s'il a eu affaire à des angines couenneuses ou à des croups.

Quant à la vertu prophylactique du brôme, il prétend avoir préservé des familles d'une contagion imminente en faisant prendre aux personnes qui approchaient les malades 3 à 6 gouttes d'eau brômée par jour.

Dans les dortoirs, les hôpitaux et pensionnats, il recommande les fumigations de brôme, qui se font très-facilement en versant 3 à 4 gouttes de brôme pur dans des assiettes remplies d'eau; ce corps est tellement diffusible qu'immédiatement l'atmosphère est imprégné de ses vapeurs.

Héreng et Frank avaient déjà du reste théoriquement indiqué ce médicament.

Aucun médecin, autre que M. Oranam, à notre connaissance, n'a expérimenté le brôme dans le traitement des affections diphthéritiques.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION 81

PREMIÈRE PARTIE.

Traitement médical.

I. Médication antiphlogistique. — Saignées. — Sangsues. — Affusions froides . . . . . 83—89

II. Médication dérivative. — Vésicatoires. — Ventouses sèches. — Sinapismes. — Lavements purgatifs . . . . 89—92

III. Médication altérante. — Calomel. — Frictions mercurielles. Traitement de Miquel. — Inconvénients des préparations mercurielles. — Bicarbonate de soude. — Chlorate de potasse . . . . . 93—100

IV. Médication vomitive. — Utilité des vomitifs. — Statistique. — Ipécacuanha — Tartre stibié. — Sulfate de cuivre — Sulfure de potasse. — Polygala. — Kermès. — Soufre. — Sternutatoires. . . . . 100—110

V. Médication antispasmodique. — Assa fœtida. — Musc et camphre. — Opium. — Éther. — Belladone. — Aconit et digitale . . . . . 114—115

VI. Médication topique. — Alun. — Tannin. — Borax. — Calomel. — Iode. — Perchlorure de fer. — Nitrate d'argent. — Acide chlorhydrique. — Cautère actuel. — Inhalations. — Fumigations. — Efficacité de la médication topique. — Inconvénients des cautérisations. . . 115—127

SECONDE PARTIE.

Traitement chirurgical.

I. Ablation des amygdales . . . . . 128—130

II. Cathétérisme laryngien. — Historique. — Manuel opératoire. — Indications. — Ses suites. — Statistique. . . . 130—135

II. Tubage de la glotte . . . . . 136—137

IV. De la trachéotomie. — Historique. — Indications et contre-indications. — Manuel opératoire — Procédé de M Trousseau. — Position du malade et des aides. — Position du chirurgien. — Soins préliminaires. — Incision des téguments. — Incision de la trachée. — Introduction du dilatateur et de la canule. — Procédé de M. Chassaignac. — Procédé de M. Maisonneuve. — Soins consécutifs à la trachéotomie. — Régime des opérés. — Accidents de la trachéotomie . . . . . 137—150

TROISIÈME PARTIE.

Statistique de la Trachéotomie.

I. Statistique de la trachéotomie à l'hôpital des enfants . . 157—161

II. Statistique de la trachéotomie à l'hôpital Ste.-Eugénie. . 161—163

III. Statistique de la trachéotomie à Paris hors des hôpitaux et en province . . . . . 163—165

IV. Statistique du traitement médical du croup . . . . . 165—167

V. Statistique de la trachéotomie chez les animaux. . . . 167

VI. Influence de l'âge sur le succès de la trachéotomie . . . 167—168

VII. Influence des saisons sur le succès de l'opération. . . 169

VIII. Efficacité de la trachéotomie suivant les diverses périodes du croup. . . . . 169—173

IX. Influence des formes du croup sur le succès de la trachéotomie . . . . . 173—176

X. Influence des épidémies sur le succès de la trachéotomie 176

APPENDICE.

Contagion du croup et traitement prophylactique. . . . 177—179

MÉMOIRE EXPLICATIF

DU

CADRAN MUSICAL TRANSPOSITEUR

DE

M. L. D'HENRY,

Préparateur de physique de la Faculté des Sciences de Lille.

SÉANCE DU 25 OCTOBRE 1861.

INTRODUCTION.

Le but que je me propose en publiant ce travail, est de donner une méthode simple et générale de transposition musicale, qui rende accessible à tous la résolution des difficultés résultant de la génération des gammes, dans tous les tons, dans tous les modes.

Quel que soit le système musical que l'on admette, ma méthode est applicable; cependant je dois dire, avant d'aller plus loin, que j'ai adopté les idées de M. Delezenne sur la musique, comme me paraissant les plus rationnelles, les plus logiques et basées de tout point sur l'expérience.

Dans un de ses ouvrages [1], M. Delezenne donne des méthodes générales pour la transposition; mais elles exigent un certain calcul de tête, et une connaissance parfaite des inter-

[1] Sur la Transposition, par M. Delezenne (Mémoires de la Société des Sciences de Lille, 1854).

valles de la gamme. J'ai cherché un procédé graphique qui permît de transposer sans aucune tension d'esprit.

Déjà M. Delezenne avait employé la méthode graphique pour peindre aux yeux les différences constitutives de diverses gammes[1]. Ainsi, dans un mémoire sur la musique, ce savant représente les intervalles musicaux d'une même gamme par des longueurs, et il prend pour unité d'intervalle le comma ou la différence entre le ton majeur et le ton mineur.

Dans les gammes, figurées de cette manière, il donne au comma une longueur de 1 centimètre. Partant de là, les différents intervalles musicaux sont représentés par autant de centimètres qu'ils renferment de commas.

Supposons qu'à l'aide de ce procédé nous voulions comparer deux gammes; par exemple, la gamme exacte d'*ut* majeur et la gamme du tempérament égal.

Nous tracerons d'abord une ligne droite AB (*fig.* 1, *planche* I), puis, perpendiculairement à AB, nous mènerons deux parallèles voisines, CD et EF. Sur CD, à partir du point C, nous prendrons des longueurs proportionnelles aux différents intervalles de la gamme d'*ut* majeur, et sur EF, à partir du point E, des longueurs proportionnelles aux différents intervalles de la gamme tempérée. Aux points trouvés nous écrirons les noms des notes correspondantes. Il suffira alors de jeter les yeux sur le dessin pour saisir les différences entre les notes homonymes des deux gammes.

Si l'on veut avoir les intervalles exacts existant entre les notes correspondantes des deux gammes, il est un moyen bien simple d'y parvenir. Pour l'intervalle de *ut* à *ré*, par exemple, dans la gamme naturelle on aura une certaine longueur; pour l'intervalle de *ut* à *ré*, dans la gamme tempérée, on trouvera une autre longueur.

[1] Sur les Principes fondamantaux de la musique, par M. Delezenne (Mémoires de la Société des Sciences de Lille, 1848).

La différence entre ces deux longueurs, évaluée en centimètres, mesurera l'intervalle exact qui sépare le *ré* des deux gammes.

La même opération, effectuée pour les autres notes, donnera les intervalles exacts qui existent entre les notes de la gamme naturelle et celles de la gamme tempérée.

Cela posé, on voit aussitôt que pour appliquer cette méthode à la transposition, il faudrait autant de lignes parallèles que de gammes différentes.

La complication qui résulterait de cette multitude de lignes me fit rechercher un procédé plus simple.

L'idée me vint alors de représenter la gamme par un cercle, et les intervalles musicaux par des angles au centre proportionnels à leur valeur.

Cette disposition circulaire de la gamme présente de grands avantages, car, en même temps qu'elle montre à l'œil le retour aux mêmes intervalles quand on s'élève de plus d'une octave, elle se prête avec facilité à la comparaison de plusieurs gammes entre elles, et, comme on le verra plus loin, elle permet de résoudre mécaniquement et sans calcul, la plupart des difficultés musicales.

Comme dans la transposition musicale il y a deux espèces de difficultés à résoudre, les unes dépendant de la constitution des gammes, les autres dues au système d'écriture musical adopté, mon travail sera divisé en deux parties.

La première partie traitera des difficultés qui doivent leur origine à la constitution des différentes gammes.

La seconde partie aura pour objet la résolution des questions relatives au système d'écriture musicale.

Avant d'entrer en matière, je dois, pour prendre date, faire part d'une observation importante en optique.

Pour réaliser la représentation de la gamme naturelle sur un cercle, il était nécessaire de calculer les angles correspondants aux différents intervalles musicaux.

Quand j'eus obtenu ces angles, je fis la remarque qu'ils étaient sensiblement ceux que Newton a donnés, pour son cercle coloré servant à la recomposition de la lumière blanche et au mélange des couleurs.

Pour accorder quelque confiance à cette concordance, il fallait, partant des longueurs d'onde assignées directement par l'expérience aux rayons lumineux qui limitent les sept couleurs principales du spectre solaire, arriver à reconstituer le disque de Newton

Un calcul analogue à celui que j'avais employé pour obtenir les angles correspondants aux intervalles musicaux, est venu confirmer mes prévisions.

Les résultats ainsi obtenus permettent de rattacher à la théorie la construction de Newton, et, établissant de nouveaux rapprochements entre la lumière et le son, démontrent une sorte de parallélisme entre les sensations de l'œil et celles de l'oreille.

Dans un autre mémoire, je m'occuperai de la reconstitution du cercle coloré de Newton en partant des longueurs d'onde des différents rayons colorés et des conséquences qui en découlent.

CADRAN MUSICAL TRANSPOSITEUR.

PREMIÈRE PARTIE.

§ 1er. Avant de décrire mon cadran musical transpositeur, je crois nécessaire de rappeler quelques *définitions* et *notions fondamentales*.

Quand un corps résonne, il est le siége d'un mouvement de va-et-vient plus ou moins rapide, d'une sorte de frémissement qui se transmet à l'air, et s'y propage, de proche en proche, jusqu'à l'organe de l'ouïe, d'où résulte la sensation du son.

On rend sensible ce mouvement de va-et-vient ou de vibration, en faisant résonner un diapason : les deux branches se rapprochent et s'écartent alternativement l'une de l'autre avec une grande vitesse. Chaque mouvement d'écart ou de rapprochement est une *oscillation*. L'ensemble de ces deux mouvements, une allée et une venue, est une *vibration;* ainsi une vibration vaut deux oscillations.

Ce que je viens de dire, en prenant le diapason pour exemple, s'applique également à tous les corps élastiques qui rendent un son. Plus le corps fait de vibrations pendant un temps donné, plus le son est aigu, et au contraire, plus le nombre des vibrations exécutées dans le même temps est petit, plus le son est grave.

Les physiciens ont des appareils qui servent à mesurer les nombres de vibrations des différents sons pendant un temps pris pour unité, une seconde par exemple.

Les résultats obtenus à l'aide de ces appareils sont la base de toute théorie musicale.

§ 2. Par des expériences faites avec soin, on a donc pu déterminer les nombres d'oscillations par seconde, des notes de la gamme naturelle d'*ut*. Par exemple, pour la gamme dont le *la* correspond à 870 oscillations du diapason normal, on trouve les nombres d'oscillations suivants :

ut	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*ut*
522	580	652,5	696	783	870	978,75	1044

Ces nombres par eux-mêmes caractérisent bien, il est vrai, les sons qu'ils représentent, mais ils n'indiquent pas assez nettement les relations qu'ils ont entre eux.

Si, au lieu de prendre pour unité un temps tout-à-fait arbitraire, la seconde, ce qui nous a donné des nombres compliqués d'oscillations, nous prenons le temps que met l'*ut* à faire une seule oscillation, c'est-à-dire un temps 522 fois plus court, il est clair que, pendant ce temps, chacun des sons de la gamme fera 522 fois moins d'oscillations, de sorte que nous aurons :

ut	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*ut*
$\frac{522}{522}$	$\frac{580}{522}$	$\frac{652,5}{522}$	$\frac{696}{522}$	$\frac{783}{522}$	$\frac{870}{522}$	$\frac{978,75}{522}$	$\frac{1044}{522}$

ou, en faisant les réductions,

ut	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*	*ut*
1	$\frac{10}{9}$ [1]	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

Ainsi, pendant que :

ut fait 1 oscillation *ré* en fait $\frac{10}{9}$ ou 1 $\frac{1}{9}$

ut — 1 — *mi* — $\frac{5}{4}$ — 1 $\frac{1}{4}$

ut — 1 — *fa* — $\frac{4}{3}$ — 1 $\frac{1}{3}$

ut — 1 — *sol* — $\frac{3}{2}$ — 1 $\frac{1}{2}$

ut — 1 — *la* — $\frac{5}{3}$ — 1 $\frac{2}{3}$

ut — 1 — *si* — $\frac{15}{8}$ — 1 $\frac{7}{8}$

ut — 1 — *ut* (octave) — 2 — 2

Ces rapports, 9/10, 5/4, etc., ont reçu le nom de ***rapports synchroniques***.

1 — La plupart des livres de Physique et de Théorie musicale, donnent au *ré* une valeur de 9/8 au lieu de 10/9. La valeur 9/8 est fausse. Des expériences *très-précises* ont prouvé que la valeur exacte est 10/9.

La valeur 9/8, introduite dans la musique par Rameau, a été propagée ensuite par d'Alembert, J. J. Rousseau et leurs successeurs.

Voir : 1° *Considérations sur l'acoustique musicale* ;

2° *Expériences et observations sur le ré de la gamme* (Mémoires de la Société des Sciences de Lille. Année 1855).

§ 3. Le *rapport synchronique* entre deux sons est donc le nombre d'oscillations ou de vibrations qu'exécute l'un, pendant que l'autre fait une oscillation ou une vibration ; ou en d'autres termes, c'est le rapport de leurs nombres d'oscillations ou de vibrations pendant un même temps.

Nous avons déjà trouvé les rapports synchroniques entre les différents sons de la gamme et l'*ut* ; cherchons maintenant les rapports synchroniques de deux notes consécutives de la gamme.

D'après la définition qui précède, nous aurons :

Rapport synchronique de *ré* à *ut* $= \frac{10}{9}$ ou $\frac{10}{9}$

——— id. ——— *mi* — *ré* $= \frac{5}{4} \times \frac{9}{10}$ ou $\frac{9}{8}$

——— id. ——— *fa* — *mi* $= \frac{4}{3} \times \frac{4}{5}$ ou $\frac{16}{15}$

——— id. ——— *sol* — *fa* $= \frac{3}{2} \times \frac{3}{4}$ ou $\frac{9}{8}$

——— id. ——— *la* — *sol* $= \frac{5}{3} \times \frac{2}{3}$ ou $\frac{10}{9}$

——— id. ——— *si* — *la* $= \frac{15}{8} \times \frac{3}{5}$ ou $\frac{9}{8}$

——— id. ——— *ut* (octave) — *si* $= 2 \times \frac{8}{15}$ ou $\frac{16}{15}$

L'inspection de ces valeurs fait voir qu'en passant de *ut* à *ré*, de *sol* à *la*, on a le même rapport synchronique 10/9 ; de *ré* à *mi*, de *fa* à *sol*, de *la* à *si*, le même rapport 9/8 ; et enfin de *mi* à *fa*, de *si* à *ut* de l'octave, le même rapport 16/15

La gamme naturelle ne comprend donc, entre ses différentes notes consécutives, que les trois rapports syncrhoniques différents 10/9, 9/8, 16/15.

Outre ces rapports, il en est encore un qu'il est important de signaler : c'est le rapport synchronique 81/80.

Voici comment on l'obtient : si l'on a deux sons dont les rapports synchroniques à un troisième soient 9/8 et 10/9, le rapport synchronique de ces deux sons sera évidemment $9/8 \times 9/10 = 81/80$.

§ 4. La connaissance des rapports synchroniques des différents sons de la gamme, permet d'aborder l'étude des intervalles musicaux.

On appelle *intervalle musical* de deux sons, la quantité dont il faut monter, pour passer du son le plus grave au plus aigu.

Si, par exemple, on chante les notes *ut*, *ré*, de la gamme naturelle, il faudra pour arriver de *ut* à *ré*, élever la voix d'une certaine quantité, cette quantité sera l'intervalle musical de *ut* à *ré*.

Il faut bien se garder de confondre les rapports synchroniques avec les intervalles musicaux. Quoique les rapports synchroniques indiquent les rapports des nombres de vibrations des différents sons, ils ne mesurent pas par eux-mêmes les intervalles de ces sons. Ils servent néanmoins à calculer les intervalles.

Remarquons, cependant, que les rapports synchroniques de *mi* à *ré*, de *sol* à *fa*, de *si* à *la* étant les mêmes, 9/8, les trois intervalles compris entre ces sons seront égaux.

Par la même raison, les intervalles compris entre *ut* et *ré*, *sol* et *la*, auront la même valeur, et l'on retrouvera aussi l'égalité pour les intervalles de *mi* à *fa*, et de *si* à *ut* de l'octave.

On a donné des noms à ces différents intervalles. Quand le rapport synchronique de deux sons est 9/8, l'intervalle de l'un à l'autre s'appelle *ton majeur;* quand le rapport est 10/9, l'intervalle prend le nom de *ton mineur;* c'est un *semi-ton majeur*, quand le rapport est 16/15; enfin, quand le rapport synchronique est 81/80, l'intervalle se nomme *comma*.

Ainsi, en résumant, on a pour la gamme naturelle :

Sons.	Rapports synchroniques à l'*ut*.	Rapports synchroniques de chaque son au précédent.	Noms des intervalles musicaux successifs.
ut	1	. . . . .	
			ton mineur.
ré	$\frac{10}{9}$	$\frac{10}{9}$	
			ton majeur.
mi	$\frac{5}{4}$	$\frac{9}{8}$	
			semi-ton majeur.
fa	$\frac{4}{3}$	$\frac{16}{15}$	
			ton majeur.
sol	$\frac{3}{2}$	$\frac{9}{8}$	
			ton mineur.
la	$\frac{5}{3}$	$\frac{10}{9}$	
			ton majeur.
si	$\frac{15}{8}$	$\frac{9}{8}$	
			semi-ton majeur.
ut (octave)	2	$\frac{16}{15}$	

Parmi les intervalles musicaux que nous venons de désigner, le *comma*, 81/80, joue un rôle important, et a été jusqu'ici négligé en musique, ce qui est la source d'une foule d'erreurs théoriques.

§ 5. Ces dénominations admises, passons à la *mesure* des intervalles musicaux.

Nous prendrons pour *unité d'intervalle le comma*, ou l'intervalle correspondant à deux sons dont le rapport synchronique est 81/80.

La question se réduit alors à celle-ci : Chercher combien de commas renferme l'intervalle musical de deux sons déterminés par leur rapport synchronique.

D'après les principes précédents, on peut dresser le tableau suivant :

Sons.	Intervalles à partir d'*ut*.	Rapports synchroniques à l'*ut*.
ut	. . . . .	. . . . .
ut + 1 comma	1 comma	$\frac{81}{80} \ldots\ldots = \left(\frac{81}{80}\right)^1$
ut + 2 commas	2 commas	$\left(\frac{81}{80}\right)^1 \times \left(\frac{81}{80}\right) = \left(\frac{81}{80}\right)^2$
ut + 3 commas	3 commas	$\left(\frac{81}{80}\right)^2 \times \left(\frac{81}{80}\right) = \left(\frac{81}{80}\right)^3$
ut + 4 commas	4 commas	$\left(\frac{81}{80}\right)^3 \times \left(\frac{81}{80}\right) = \left(\frac{81}{80}\right)^4$
ut + 5 commas	5 commas	$\left(\frac{81}{80}\right)^4 \times \left(\frac{81}{80}\right) = \left(\frac{81}{80}\right)^5$
. . . . .	. . . . .	. . . . .
. . . . .	. . . . .	. . . . .
ut + *n* commas	*n* commas	$\left(\frac{81}{80}\right)^{n-1} \times \left(\frac{81}{80}\right) = \left(\frac{81}{80}\right)^n$

Ce tableau fait voir que le *nombre de commas*, compris dans l'intervalle de deux sons, est précisément *l'exposant* de la puissance à laquelle il faut élever le rapport synchronique 81/80, du comma, pour avoir le rapport synchronique des deux sons. Chercher le *nombre* de commas que renferme l'intervalle entre deux sons donnés, c'est donc chercher *l'exposant* de la puissance à laquelle il faut élever le rapport 81/80 pour avoir le rapport synchronique de ces deux sons; car, je le répète, cet exposant est un nombre égal au nombre de commas.

§ 6. Cela connu, l'évaluation en commas de l'intervalle musical de deux sons devient facile.

Soient deux sons ayant pour rapport synchronique R, et soit x l'exposant de la puissance à laquelle il faut élever 81/80 pour arriver à R.

On aura alors :

$$\text{(A)} \qquad \left(\frac{81}{80}\right)^x = \text{R}$$

ou, en employant les logarithmes :

$$x \times \log. \left(\frac{81}{80}\right) = \log. \text{R},$$

d'où l'on tire :

$$\text{(B)} \qquad x = \frac{\log. \text{R}}{\log. \left(\frac{81}{80}\right)} = \frac{\log. \text{R}}{\log. 81 - \log. 80}$$

Mais x, comme on l'a vu (§ 5), exprime en commas, l'intervalle entre les deux sons; par conséquent, en effectuant les opérations on trouvera la valeur cherchée.

La formule précédente (B) traduite en langage ordinaire donne la règle suivante : Pour trouver l'intervalle exprimé en commas de deux sons dont on connaît le rapport synchronique, on divi-

sera le logarithme de ce rapport, par le logarithme du rapport synchronique 81/80 correspondant au comma ; le quotient sera le nombre de commas de l'intervalle.

§ 7. Appliquons cette règle à un des intervalles de la gamme naturelle, à l'intervalle de *ut* à *ré*, par exemple.

Nous avons déjà vu que le rapport synchronique de ces sons est 10/9.

Dans ce cas particulier, la formule générale (B) (§ 6), devient :

$$x = \frac{\log.\ 10 - \log.\ 9}{\log.\ 81 - \log.\ 80}$$

$$\begin{aligned} \text{Or : } \log.\ 10 &= 1{,}0000\ 0000 \\ \log.\ 9 &= 0{,}9542\ 4251 \\ \log.\ 81 &= 1{,}9084\ 8502 \\ \log.\ 80 &= 1{,}9030\ 8999 \end{aligned}$$

$$\text{Donc } x = \frac{1{,}0000\ 0000 - 0{,}9542\ 4251}{1{,}9084\ 8502 - 1{,}9030\ 8999}$$

$$\text{ou enfin } x = \frac{0{,}0457\ 5749}{0{,}0053\ 9503} = 8,^{\text{commas}}\ 4814\ldots\ldots$$

Ainsi l'intervalle de *ut* à *ré* renferme 8°, 4814....

On trouve de la même manière la valeur en commas de tout autre intervalle.

§ 8. J'extrais de la table des logarithmes acoustiques publiée par M. Delezenne, les nombres consignés dans le tableau suivant [1] :

[1] Table de logarithmes acoustiques depuis 1 jusqu'à 1200, précédée d'une instruction élémentaire (Mémoires de la Société des Sciences de Lille, année 1857).

Sons.	Rapports syn-chroniques à l'*ut*.	Intervalles en commas à l'*ut*.	Rapports syn-chroniques de chaque son au précédent.	Intervalles en commas entre chaque son et le précédent.
ut	1	0c, 0000 0000	. . . .	. . . . .
ré	$\frac{10}{9}$	8 , 4814 1244	$\frac{10}{9}$	8c, 4814 1244
mi	$\frac{5}{4}$	17 , 9628 2488	$\frac{9}{8}$	9 , 4814 1244
fa	$\frac{4}{3}$	23 , 1581 0902	$\frac{16}{15}$	5 , 1952 8414
sol	$\frac{3}{2}$	32 , 6395 2146	$\frac{9}{8}$	9 , 4814 1244
la	$\frac{5}{3}$	41 , 1209 3390	$\frac{10}{9}$	8 , 4814 1244
si	$\frac{15}{8}$	50 , 6023 4634	$\frac{9}{8}$	9 , 4814 1244
ut (octave)	2	55 , 7976 3048	$\frac{16}{15}$	5 , 1952 8414

Nous avons vu (§ 4) que les notes successives de la gamme naturelle ne comprennent entre elles que les trois intervalles, ton majeur, ton mineur et semi-ton majeur. Le tableau précédent donne la valeur de ces intervalles ; ainsi :

Le ton majeur vaut. . . 9c, 4814 1244
Le ton mineur vaut. . . 8 , 4814 1244
Le semi-ton mineur vaut . 5 , 1952 8414

Si l'on compare entre eux ces différents intervalles, on trouve

que le ton majeur est plus élevé d'un comma que le ton mineur ; ce que nous savions déjà par la définition même du comma.

Quand au semi-ton majeur, si on le retranche du ton majeur et du ton mineur, on obtiendra deux nombres différents. L'opération effectuée donne 4c, 2861 2830 pour différence au ton majeur, et 3c, 2861 2830 pour différence au ton mineur. Ces intervalles portent tous les deux le nom de demi-ton mineur, quoique l'un ait un comma de plus que l'autre.

Les rapports synchroniques correspondants à ces deux demi-tons mineurs sont : $\frac{9}{8} \times \frac{15}{16} = \frac{135}{128}$ pour le plus grand, et $\frac{10}{9} \times \frac{15}{16} = \frac{25}{24}$ pour le plus petit.

§ 9. La connaissance des intervalles musicaux de la gamme, permet de les représenter aux yeux par un tracé graphique. Ce moyen a de grands avantages, surtout quand on veut comparer entre elles les gammes de divers systèmes musicaux, parce qu'alors, d'un seul coup-d'œil, on saisit les différences qui les caractérisent.

Déjà M. Delezenne a eu recours à ce procédé ; ses gammes, ainsi que nous l'avons dit, sont représentées par des lignes droites divisées en parties proportionnelles aux intervalles musicaux ; le comma embrasse une longueur de 1 centimètre, de sorte que la gamme entière comprend une longueur de 558 millimètres.

§ 10. C'est en essayant d'appliquer cette méthode à la transposition, que j'ai pensé à représenter l'étendue de la gamme entière par une circonférence de cercle, par un cadran analogue au cadran des horloges, sur lequel des rayons convenablement tracés donnent aux intervalles musicaux des arcs ou des angles au centre proportionnels à leurs valeurs.

Les avantages de cette disposition ressortiront de plus en plus, à mesure que l'on avancera dans la lecture de ce travail.

§ 11. Arrivons au calcul des angles correspondants aux intervalles de la gamme naturelle.

En traitant de la mesure des intervalles, nous avons pris pour unité le comma et nous avons cherché le nombre de commas que renferme chacun des intervalles de la gamme. Ici la question change un peu de face. En effet, nous donnons à la somme des intervalles de la gamme, ou à l'octave, une valeur représentée par 360 degrés et nous voulons savoir combien de degrés embrassent sur le cercle les différents intervalles ?

Reprenons la formule générale) (§ 6), $x = \dfrac{\log. \ R}{\log. \left(\dfrac{81}{80}\right)}$;

ppelons y le nombre de degrés de l'intervalle x, et N le nombre e commas de la gamme entière ou de l'intervalle d'octave.

Nous aurons alors :

$$\frac{360}{y} = \frac{N}{x} \qquad (1);$$

car il est évident que y sera contenu dans 360, autant de fois que x dans N.

Mais en vertu de (§ 6), formule (B) :

$$N = \frac{\log. \ 2}{\log. \left(\dfrac{81}{80}\right)}$$

$$\text{et } x = \frac{\log. \ R}{\log. \left(\dfrac{81}{80}\right)};$$

Remplaçons N et x par leurs valeurs dans l'équation précédente (1) et nous aurons :

$$\frac{360}{y} = \frac{\log.\ 2}{\log.\left(\frac{81}{80}\right)} \times \frac{\log.\left(\frac{81}{80}\right)}{\log.\ R} = \frac{\log.\ 2}{\log.\ R}$$

d'où l'on tire la formule générale :

$$y^{\circ} = \frac{360^{\circ} \times \log.\ R}{\log.\ 2.} \qquad (C)$$

Cette formule permet de trouver immédiatement l'angle correspondant à un intervalle quelconque. Prenons pour exemple le comma, dans ce cas :

$$\log.\ R = \log.\left(\frac{81}{80}\right) = 0{,}00539\ 50318\ 86706\ldots$$

$$\log.\ 2 = 0{,}30102\ 99956\ 64\ldots\ldots$$

La formule devient donc :

$$y = \frac{360^{\circ} \times 0{,}00539\ 50318\ 86706}{0{,}30102\ 99956\ 64} = 6^{\circ}\ 27'\ 6'',\ 79276$$

On trouve ainsi que le comma occupe sur le cercle de la gamme un angle de 6° 27′ 6″ 79276.

§ 12. En opérant de la même manière pour les différents intervalles de la gamme, on formera le tableau suivant :

Sons.	Angles à partir de l'*ut*.	Angles à partir de la note précédente.
ut	0° 00′ 00″, 000	0° 00′ 00″, 000
ré	54° 43′ 16″, 009	54° 43′ 16″, 009
mi	115° 53′ 38″, 811	61° 10′ 22″, 802
fa	149° 24′ 48″, 599	33° 31′ 09″, 788
sol	210° 35′ 11″, 401	61° 10′ 22″, 802
la	265° 18′ 27″, 410	54° 43′ 16″, 009
si	326° 28′ 50″, 212	61° 10′ 22″, 802
ut	360° 00′ 00″, 000	33° 31′ 09″, 788

§ 13. Effectuons le tracé indiqué par ces nombres. Pour cela, on décrit un cercle et l'on mène un rayon quelconque. Sur ce rayon, on écrit le nom *ut*; c'est le point de départ. A l'aide d'un rapporteur, on transporte sur le cercle les angles donnés dans le tableau précédent. Par les points de division ainsi obtenus, on fait passer des rayons sur lesquels on écrit les noms des notes correspondantes, et les rapports synchroniques de ces notes à l'*ut*.

Cette construction renferme bien le tracé complet de la gamme; mais elle ne permet pas d'évaluer immédiatement, par une simple lecture, le nombre de commas que contient un quelconque des intervalles. Pour la rendre propre à cette détermination, il suffit d'ajouter sur la circonférence du cercle une échelle graduée en commas de toute l'étendue de la gamme; j'ai, à cet effet, calculé les angles auxquels on arriverait si, partant de l'*ut*, on s'élevait successivement d'un comma jusqu'à

l'*ut* de l'octave. Ces angles, contenus dans le tableau suivant (§ 14), seront rapportés sur le cercle, comme il a été dit plus haut.

On aura alors, comme le représente la *figure* 2, *planche I*, une sorte de cadran qui comprend tous les éléments constitutifs de la gamme naturelle.

§ 14. Tableau de toute l'étendue de la gamme, comma par comma.

Commas.	Angles correspondants.
ut	0° 00′ 00″, 000
1	6° 27′ 06″, 793
2	12° 54′ 13″, 586
3	19° 21′ 20″, 378
4	25° 48′ 27″, 171
5	32° 15′ 33″, 964
6	38° 42′ 40″, 757
7	45° 09′ 47″, 549
8	51° 36′ 54″, 342
ré	54° 43′ 16″, 009
9	58° 04′ 01″, 135
10	64° 31′ 07″, 928
11	70° 58′ 14″, 720
12	77° 25′ 21″, 513
13	83° 52′ 28″, 306
14	90° 19′ 35″, 099
15	96° 46′ 41″, 891
16	103° 13′ 48″, 684
17	109° 40′ 35″, 477
mi	115° 53′ 38″, 811
18	116° 08′ 02″, 270

Commas.	Angles correspondants.
19	122° 35′ 09″, 063
20	129° 02′ 15″, 855
21	135° 29′ 22″, 648
22	141° 56′ 29″, 441
23	148° 23′ 36″, 234
fa	149° 24′ 48″, 599
24	154° 50′ 43″, 026
25	161° 17′ 49″, 819
26	167° 44′ 56″, 612
27	174° 12′ 03″, 405
28	180° 39′ 10″, 197
29	187° 06′ 16″, 990
30	193° 33′ 23″, 783
31	200° 00′ 30″, 576
32	206° 27′ 37″, 368
sol	210° 35′ 11″, 401
33	212° 54′ 44″, 161
34	219° 21′ 50″, 954
35	225° 48′ 57″, 747
36	232° 16′ 04″, 540
37	238° 43′ 11″, 332
38	245° 10′ 18″, 125
39	251° 37′ 24″, 918
40	258° 04′ 31″, 711
41	264° 31′ 38″, 503
la	265° 18′ 27″, 410
42	270° 58′ 45″, 296
43	277° 25′ 52″, 089
44	283° 52′ 58″, 882

Commas.	Angles correspondants.
45	290° 20′ 05″, 674
46	296° 47′ 12″, 467
47	303° 14′ 19″,. 260
48	309° 41′ 26″, 053
49	316° 08′ 32″, 845
50	322° 35′ 39″, 638
si	326° 28′ 50″, 212
51	329° 02′ 46″, 431
52	335° 29′ 53″, 224
53	341° 57′ 00″, 017
54	348° 24′ 06″, 809
55	354° 51′ 13″, 602
ut	360° 00′ 00″, 000

§ 15. Indépendamment de la série des notes de la gamme naturelle, les musiciens emploient souvent d'autres sons, qu'ils obtiennent en intercalant le demi-ton majeur entre ses différents intervalles successifs. Si l'on a, par exemple, les sons *ré* et *mi*; en s'élevant d'un demi-ton majeur, à partir de *ré*, on aura un son auquel on donne le nom de *mi bémol*, et que l'on écrit mi_b; en descendant d'un semi-ton majeur au-dessous de *mi*, on aura encore un son nouveau, que l'on appelle *ré dièse*, et que l'on représente par $ré^{\#}$. Le *mi bémol* et le *ré dièse* ne se confondent pas, car le semi-ton majeur n'est pas égal à la moitié de l'intervalle de *ré* à *mi*, il est plus grand, de façon que ces sons écrits par ordre d'acuité sont :

$$ré \quad ré^{\#} \quad mi_b \quad mi.$$

En généralisant ce que nous venons de faire pour l'intervalle de *ré* à *mi*, on peut dire : Quand, dans la gamme diatonique, on élève l'un des sons d'un semi-ton majeur, on lui donne le nom du son suivant, auquel on ajoute le mot *bémol* ; quand, au contraire, on abaisse l'une des notes d'un semi-ton majeur, le son résultant est désigné par le nom de la note qui précède, et auquel on ajoute le mot *dièse*.

Ainsi donc : ***Diéser une note, c'est abaisser d'un semi-ton majeur celle qui suit dans l'ordre diatonique*** ; ***bémoliser une note, c'est élever d'un semi-ton majeur celle qui précède dans l'ordre diatonique.***

Les livres de physique et de théorie musicale donnent pour diéser et bémoliser des règles tout à fait arbitraires, exactes dans certains cas, fautives dans les autres, tandis que la règle logique qui vient d'être exposée résulte de l'analyse des faits, comme nous le verrons plus loin.

La discussion des différentes manières de diéser et de bémoliser, a été le sujet d'un ouvrage [1] de M. Delezenne. J'y renvoie le lecteur.

§ 16. La règle exacte donnée au § 15 pour diéser et bémoliser, appliquée à chacun des sons de la gamme naturelle d'*ut*, conduit aux résultats suivants :

[1] Sur les Principes fondamentaux de la Musique (Mémoires de la Société des Sciences de Lille, année 1848).

Sons.	Intervalles à l'*ut* en commas.	Angles à partir de l'*ut*.	Intervalles en commas de chaque son au précédent.
ut	0,0000 0000	0° 00′ 00″, 000	0,0000 0000
ut#	3,2861 2830	21° 12′ 06″, 221	3,2861 2830
ré$_b$	5,1952 8414	33° 31′ 09″, 788	1,9091 5584
ré	8,4814 1244	54° 43′ 16″, 009	3,2861 2830
ré#	12,7675 4074	82° 22′ 29″, 023	4,2861 2830
mi$_b$	13,6766 9658	88° 14′ 25″, 797	0,9091 5584
mi	17,9628 2488	115° 53′ 38″, 811	4,2861 2830
fa	23,1581 0902	149° 24′ 48″, 599	5,1952 8414
fa#	27,4442 3732	177° 04′ 01″, 613	4,2861 2830
sol$_b$	28,3533 9316	182° 55′ 58″, 387	0,9091 5584
sol	32,6395 2146	210° 35′ 11″, 401	4,2861 2830
sol#	35,9256 4976	231° 47′ 17″, 622	3,2861 2830
la$_b$	37,8348 0560	244° 06′ 21″, 189	1,9091 5584
la	41,1209 3390	265° 18′ 27″, 410	3,2861 2830
la#	45,4070 6220	292° 57′ 40″, 424	4,2861 2830
si$_b$	46,3162 1804	298° 49′ 37″, 198	0,9091 5584
si	50,6023 4634	326° 28′ 50″, 212	4,2861 2830
ut	55,7976 3048	360° 00′ 00″, 000	5,1952 8414

La troisième colonne du tableau donne les angles qui correspondent aux différents sons ; il sera donc facile, en opérant comme il est dit précédemment (§ 13), de construire la gamme naturelle d'*ut* en y insérant les dièses et les bémols.

C'est ce qui a été fait dans la *figure* 3, *planche II*.

La quatrième colonne du tableau montre que, de *ut* à *ut*$^{\#}$, de *ré*$_{\flat}$ à *ré*, de *sol* à *sol*$^{\#}$, de *la*$_{\flat}$ à *la*, il y a l'intervalle du demi-ton mineur 3^{c}, 2861 2830, ce que l'on pouvait conclure à *priori*, car nous avons appelé demi-ton mineur la différence 3^{c}, 2861 2830 entre le ton mineur et le semi-ton majeur.

De même, entre *ré* et *ré*$^{\#}$, *mi*$_{\flat}$ et *mi*, *fa* et *fa*$^{\#}$, *sol*$_{\flat}$ et *sol*, *la* et *la*$^{\#}$, *si*$_{\flat}$ et *si*, il y a l'intervalle du demi-ton mineur 4^{c}, 2861 2830.

On voit en outre que, dans l'intervalle d'un ton mineur, le dièse est moins élevé que le bémol de 1^{c}, 9091 5584, et que pour le ton majeur cet intervalle entre le dièse et le bémol est 0^{c} 9091 5584, c'est-à-dire d'un comma plus petit que pour le ton mineur.

Enfin, comme de *mi* à *fa*, de *si* à *ut*, dans l'ordre diatonique de la gamme naturelle d'*ut*, il n'y a qu'un demi ton majeur; *mi*$^{\#}$ se confond avec *mi*, *fa*$_{\flat}$ avec *fa*, *si*$^{\#}$ avec *si*, et *ut*$_{\flat}$ avec *ut*.

§ 17. Il n'y a que la voix et, après elle, les instruments à sons libres, comme le violon, qui puissent produire avec exactitude tous les sons naturels, diésés, bémolisés ou commatisés d'une gamme quelconque. Pour les instruments à sons fixes des orchestres, l'exécution des sons exacts deviendrait excessivement difficile, sinon impossible. On a rendu l'exécution praticable à l'aide du *tempérament*. L'instrument est généralement percé de façon à faire exactes les notes naturelles de la gamme; mais le dièse et le bémol sont confondus en un même son, et l'on prend pour leur valeur commune le milieu de l'intervalle qui les sépare. Le dièse est alors un peu trop aigu et le bémol un peu trop grave. On a ainsi la gamme dite *gamme tempérée* de l'orchestre, et dont les éléments sont compris dans le tableau suivant

Notes.	Intervalles à l'*ut* en commas.	Angles.
ut	0,0000 0000	0° 00′ 00″, 000
ut# ou *ré*♭	4,2407 0622	27° 21′ 38″, 004
ré	8,4814 1244	54° 43′ 16″, 009
ré# ou *mi*♭	13,2221 1866	85° 18′ 27″, 410
mi	17,9628 2488	115° 53′ 38″; 811
fa	23,1581 0902	149° 24′ 48″, 599
fa# ou *sol*♭	27,8988 1524	180° 00′ 00″, 000
sol	32,6395 2146	210° 35′ 11″, 401
sol# ou *la*♭	36,8802 2766	237° 56′ 49″, 405
la	41,1209 3390	265° 18′ 27″, 410
la# ou *si*♭	45,8616 4012	295° 53′ 38″, 811
si	50,6023 4634	326° 28′ 50″, 212
ut	55,7976 3048	360° 00′ 00″, 000

Avec ces nombres, on peut opérer, comme le montre la *fig.* 4, *planche II*, le tracé de la gamme qu'exécutent les instruments à tempérament de l'orchestre.

§ 18. Pour le piano, l'orgue, etc. on a ordinairement recours à la gamme appelée *gamme du tempérament égal.*

Cette gamme tire son nom de sa constitution même ; la gamme entière ou l'intervalle d'octave est divisé en douze intervalles égaux appelés *demi-tons moyens.* Chaque demi-ton a alors pour valeur $\frac{55,\ 7976\ 3048}{12} = 4^{c},\ 6498\ 0254$, et le rapport syn-

chronique correspondant est $\sqrt[12]{2}$. Le semi-ton majeur est remplacé par le demi-ton moyen ; le ton majeur et le ton mineur sont confondus et on leur donne pour valeur commune deux demi-tons ou 9c, 2996 0508.

La gamme du tempérament égal s'écarte donc encore plus de la gamme naturelle que la gamme tempérée de l'orchestre; car non-seulement le dièse et le bémol y sont confondus, mais même tous les sons de la gamme naturelle sont plus ou moins altérés. Cette altération, il est vrai, ne va pas jusqu'à rendre la gamme intolérable.

Si, comme précédemment, on convient de représenter l'intervalle d'octave par la circonférence d'un cercle, chaque demi-ton moyen étant le douzième de l'intervalle d'octave, occupera la douzième partie de la circonférence ou 360 : 12 = 30°

Partant de là, on peut dresser le tableau suivant :

Notes.	Intervalles à l'*ut* en commas.		Angles.
ut	0,0000	0000	0°
ut# / *ré*♭	4,6498	0254	30°
ré	9,2996	0508	60°
ré# / *mi*♭	13,9494	0762	90°
mi	18,5992	1016	120°
fa	23,2490	1270	150°
fa# / *sol*♭	27,8988	1254	180°

Notes.	Intervalles à l'*ut* en commas.		Angles.
sol	32,5486	1778	210°
sol# / *la*♭	37,1984	2032	240°
la	41,8482	2286	270°
la# / *si*♭	46,4980	2540	300°
si	51,1478	2794	330°
ut	55,7976	3048	360°

Pour effectuer la construction géométrique de cette gamme (voir *figure* 5 *planche II*), il suffit de décrire un cercle, d'en diviser la circonférence en douze parties égales, et de mener, par les points obtenus, des rayons sur lesquels on inscrit les noms des notes correspondantes.

On peut remarquer que dans la figure ainsi faite, (*figure* 5, *planche II*) les divisions correspondent aux heures du cadran des horloges.

Nous venons de passer en revue les principales gammes usitées en musique. Leurs représentations nous permettront de les comparer entre elles, quand nous parlerons du cadran transpositeur.

§ 19. Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de faire connaître quelques dénominations que nous allons employer.

Indépendamment des noms *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, les sons de la gamme reçoivent d'autres noms, relativement au rang qu'ils occupent dans la série par rapport au premier. Chaque intervalle entre un des sons de la gamme et le premier a aussi reçu une dénomination particulière. Ces expressions, pouvant

s'appliquer à toutes les gammes, ont le grand avantage de désigner toujours le même intervalle, quels que soient les noms des sons qui comprennent cet intervalle.

Voici ces noms, dans le cas où ils seraient appliqués à la gamme naturelle d'*ut*.

Notes.	Ordre.	Noms des notes eu égard à leur rang.	Noms des intervalles à partir de la tonique.
ut	1re	tonique.	unisson.
ré	2me	sous-médiante.	seconde.
mi	3me	médiante.	tierce.
fa	4me	sous-dominante	quarte.
sol	5me	dominante.	quinte.
la	6me	sous-sensible.	sixte.
si	7me	sensible.	septième.
ut	8me	octave.	octave.

§ 20. Jusqu'ici nous avons toujours considéré la gamme naturelle comme partant de *ut*; mais si, conservant les notes de la gamme naturelle dans leur ordre, nous commençons par le son *la*, nous aurons une gamme différente. Les rapports synchroniques entre deux notes successives seront bien les mêmes, il est vrai, dans les deux gammes pour les notes de même nom; mais les rapports synchroniques entre les différents sons de même rang et la tonique, pourront présenter des différences, suivant qu'on les considérera dans une gamme ou dans l'autre.

Nous connaissons déjà, dans la gamme naturelle d'*ut*, les rapports synchroniques des différents sons à l'*ut* (§ 3). Ces rapports nous permettent d'évaluer aussi les rapports synchroniques des différentes notes de la gamme commençant par le son *la*, à la tonique *la*.

Dressons un tableau comparatif des deux gammes et nous aurons :

Intervalles.	GAMME D'*ut*.			GAMME DE *la*.		
	Notes.	Rapports synchroniques à l'*ut*.	Rapports synchroniques de chaque son au précédent.	Notes.	Rapports synchroniques au *la*.	Rapports synchroniques de chaque son au précédent.
unisson.	*ut*	1	. . . . .	*la*	1	. . . . .
seconde.	*ré*	$\frac{10}{9}$	$\frac{10}{9}$	*si*	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$
tierce.	*mi*	$\frac{5}{4}$	$\frac{9}{8}$	*ut*	$\frac{6}{5}$	$\frac{16}{15}$
quarte.	*fa*	$\frac{4}{3}$	$\frac{16}{15}$	*ré*	$\frac{4}{3}$	$\frac{10}{9}$
quinte.	*sol*	$\frac{3}{2}$	$\frac{9}{8}$	*mi*	$\frac{3}{2}$	$\frac{9}{8}$
sixte.	*la*	$\frac{5}{3}$	$\frac{10}{9}$	*fa*	$\frac{8}{5}$	$\frac{16}{15}$
septième.	*si*	$\frac{15}{8}$	$\frac{9}{8}$	*sol*	$\frac{9}{5}$	$\frac{9}{8}$
octave.	*ut*	2	$\frac{16}{15}$	*la*	2	$\frac{10}{9}$

La comparaison des deux gammes du tableau donne lieu à quelques remarques. Toutes les deux présentent la même valeur pour la quarte et la quinte, ce qui a valu à ces intervalles les noms de *quarte juste* ou *inaltérée*, *quinte juste* ou *inaltérée*.

La tierce, la sixte et la septième ont une valeur plus considérable dans la gamme d'*ut* que dans la gamme de *la*; ces intervalles sont alors dits *majeurs* pour la gamme d'*ut* et *mi*-

neurs pour la gamme de *la*. On a donc dans la gamme d'*ut*, *la tierce majeure*, *la sixte majeure et la septième majeure*; et dans la gamme de *la*, *la tierce mineure*, *la sixte mineure et la septième mineure*. La gamme d'*ut*, dont les intervalles précédemment désignés sont majeurs, prend le nom de *gamme majeure d'ut*, tandis que la gamme de *la* est appelée *gamme mineure de la*.

Comme les mêmes sons constituent les deux gammes, on dit que la gamme mineure de *la* est *relative* de la gamme majeure d'*ut*.

On fait encore usage en musique d'une autre espèce de gamme. Les sons qui la composent sont ceux de la gamme majeure d'*ut* ou de la gamme mineure de *la*; mais on la commence par la note *mi*. On lui donne le nom de *gamme mixte de mi*.

On voit, en résumé, que l'on emploie les mêmes sons pour former trois gammes : une gamme majeure, une gamme mineure et une gamme mixte. La tonique de la gamme majeure est à une tierce mineure au-dessus de la tonique de la gamme mineure relative, et à une tierce majeure au-dessous de la tonique de la gamme mixte correspondante.

§ 21. Toutes les gammes usitées en musique sont constituées comme la gamme majeure d'*ut*, ou comme la gamme mineure de *la*, ou comme la gamme mixte de *mi*; mais elles peuvent avoir leur tonique plus ou moins grave ou aiguë.

En effet, supposons que l'on ait un air écrit avec les notes de la gamme majeure d'*ut* et que l'on veuille hausser la tonique d'une certaine quantité pour la facilité de l'exécution. Il est évident qu'on sera obligé de hausser de la même quantité toutes les notes de la gamme, afin de conserver entre elles les mêmes intervalles. Si, par exemple, on élève d'un ton mineur toutes les notes de la gamme majeure d'*ut*, la tonique ne sera plus *ut*, mais *ré*. La gamme résultante est alors appelée gamme majeure de *ré*. Au lieu d'élever la gamme majeure d'*ut* d'un ton mineur, on peut la hausser ou l'abaisser de tout autre intervalle, et pour

chaque intervalle on aura une tonique différente. Comme la tonique donne son nom à la gamme qu'elle commence, on voit que l'on peut former une infinité de gammes majeures de nom différent mais toutes constituées comme la gamme majeure d'*ut*.

L'ensemble de toutes les gammes majeures prend le nom de *mode majeur*.

Chaque gamme majeure ayant une gamme mineure et une gamme mixte relatives, on aura aussi une infinité de gammes mineures et de gammes mixtes. On appelle *mode mineur* et *mode mixte* l'ensemble de toutes les gammes mineures et mixtes.

Quelle que soit la gamme que l'on considère, elle rentrera donc dans l'un des trois modes: le mode majeur, le mode mineur ou le mode mixte.

Toutes les gammes du mode majeur présenteront entre elles les mêmes intervalles que la gamme majeure d'*ut*; on peut donc regarder cette gamme comme *gamme type du mode majeur*.

De même la gamme mineure de *la* peut être prise comme *gamme type du mode mineur*, et la gamme mixte de *mi*, comme *gamme type du mode mixte*.

D'après la définition précédente des trois modes, on voit qu'une gamme est parfaitement caractérisée quand on connaît sa tonique et le mode auquel elle appartient. Aussi au lieu de dire *gamme majeure d'ut*, pourra-t-on dire *gamme d'ut mode majeur*, ou, en sous-entendant, suivant l'usage, le mot mode, *gamme d'ut majeur*. La gamme de *ré* dans le mode majeur s'appellera à volonté : *gamme majeure de ré, gamme de ré mode majeur* ou *gamme de ré majeur*, et ainsi des autres.

De même, la *gamme mineure* de *la* pourra être désignée par les mots *gamme de* la *mode mineur*, ou, par abréviation, *gamme de* la *mineur*, et enfin la *gamme mixte de* mi, *gamme de* mi *mode mixte* ou *gamme de* mi *mixte*.

§ 22. La connaissance de la gamme type pour chaque mode permet d'aborder la formation d'une gamme quelconque.

Etant donnés la tonique et le mode d'une gamme, il faut, pour former cette gamme, s'élever au-dessus de la tonique des

mêmes intervalles successifs que dans la gamme type du mode, et déterminer les notes qui comprennent ces intervalles.

Jusqu'ici nous ne connaissons que les notes de la gamme naturelle ; il faudra donc voir si ces notes peuvent passer sans altération dans la nouvelle gamme, et chercher quelles modifications elles doivent subir dans le cas contraire.

Par exemple. si l'on veut former la gamme de *sol* mode majeur, on prendra d'abord, dans la série naturelle, les notes, *sol*, *la*, *si*, *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol* ; puis, partant de *sol*, on s'élèvera successivement des mêmes intervalles que dans la gamme d'*ut* majeur, ou la gamme type du mode majeur, en modifiant convenablement celles des notes qui ne remplissent pas cette condition. Les notes ainsi obtenues seront celles de la gamme de *sol* mode majeur.

On a donc besoin, pour arriver à former une gamme quelconque, de comparer entre eux les intervalles successifs de la gamme type du mode, et ceux de la gamme naturelle dont l'une des notes a été choisie arbitrairement pour la première ou pour tonique de la gamme.

La comparaison de ces deux gammes présente une certaine difficulté ; pour la faire mentalement, il faut avoir une connaissance parfaite des intervalles musicaux et effectuer un travail de tête assez pénible.

La question se complique encore, si l'on passe de la formation d'une seule gamme à la transposition qui exige la formation et la comparaison simultanées de deux gammes.

En effet, *transposer* d'un ton dans un autre, c'est chercher une gamme qui, partant d'une tonique choisie à volonté, ait entre ses différentes notes les mêmes intervalles successifs qu'une autre gamme donnée. Dans la transposition on a donc à former deux gammes, celle d'où l'on part et celle que l'on veut obtenir, et à établir à quelles notes de celle-ci correspondent les notes de la première.

§ 23. Par la méthode graphique dont j'ai parlé plus haut, la formation des gammes et la transposition ne présentent au-

cune difficulté, et il suffit de jeter les yeux sur mon cadran transpositeur pour résoudre immédiatement et sans fatigue toute question de ce genre. C'est, du reste, en cherchant à montrer aux yeux le mécanisme de la génération des gammes dans la transposition, ainsi que le retour vers les mêmes intervalles, quand on passe d'une octave à l'autre, que m'est venue l'idée de représenter la gamme par un cercle ou cadran.

§ 24. Mon cadran transpositeur se compose de trois cercles ou cadrans concentriques en carton (ou mieux en cuivre) superposés, indépendants les uns des autres, de rayons différents et pouvant être fixés tous les trois par un même axe central.

Cette disposition permet de les faire tourner l'un sur l'autre, de façon à leur faire prendre toutes les positions respectives que l'on désire.

Les deux cercles extrêmes (*planches IV et VI*), servent à représenter, l'un la gamme d'où l'on part, l'autre la gamme que l'on veut obtenir comme résultat de la transposition. Ces deux cercles portent les mêmes divisions et les mêmes inscriptions, aussi la description de l'un est-elle celle de l'autre.

Sur le cercle intermédiaire (*planche V*), est tracée la gamme type pour chaque mode.

Les trois cercles étant superposés par ordre de grandeur, d'abord le plus grand, puis le cercle intermédiaire, et enfin le plus petit, ce dernier seul est entièrement visible, tandis que les deux autres ne laissent apercevoir que la partie annulaire qui déborde. C'est sur cette partie que se trouvent tracées les divisions dont il va être parlé.

Sur le plus petit cercle est figurée la gamme d'*ut* majeur avec dièses et bémols, comme il a été indiqué (§ 16). Quant aux autres divisions et signes que l'on y rencontre, faisons-en abstraction, ils nous sont inutiles pour le moment ; on verra plus loin comment ils ont été déterminés et à quoi ils servent.

Pour la partie annulaire du plus grand cercle, les divisions sont les mêmes que pour le petit cercle.

Le cercle intermédiaire, le cercle de la gamme type, porte aussi dans sa partie annulaire la gamme d'*ut* majeur avec dièses et bémols ; seulement, au lieu des noms des notes, *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, j'ai inscrit sur les divisions les rapports synchroniques à la tonique 1, 10/9, 5/4, 4/3, 3/2, 5/3, 15/8. Ce cercle ou la gamme qu'il représente devant servir de modèle pour la formation des gammes en général et ne désignant aucune d'elles en particulier, ne peut porter aucun nom de notes, tandis que les rapports 1, 10/9, 5/4, etc., s'appliquent à toutes les gammes.

Ce même cercle peut être considéré comme représentant la gamme type de chacun des trois modes, majeur, mineur et mixte; en effet, si l'on commence la gamme à la division 1, correspondante à *ut*, on aura la gamme type du mode majeur ; si l'on veut avoir la gamme type du mode mineur, on partira de la division 5/3 correspondante à *la*, et enfin, si le point de départ est la division 5/4 correspondante à *mi*, on obtiendra la gamme type du mode mixte. C'est pour indiquer ce *point de départ* de la gamme type de chaque mode que j'ai inscrit à la division 1, les mots *mode majeur*; à la division 5/3, *mode mineur*, et à la division 5/4, *mode mixte*.

Sur chacune des deux circonférences qui limitent la partie annulaire du cercle de la gamme type, j'ai tracé une échelle en commas et dixièmes de comma de toute l'étendue de la gamme comme (§§ 13 et 14) ; le O de l'échelle est la division 1.

Cette échelle permet d'évaluer à moins de 1/10 de comma un quelconque des intervalles figurés sur les deux cercles extrêmes. Il suffit, pour cela, d'amener au zéro de l'échelle l'une des deux lignes qui limitent cet intervalle et de lire sur l'échelle la division correspondante à l'autre [1].

§ 25. Pour étudier à l'aide du cadran transpositeur la formation des gammes, il suffit des cercles N° 1 et N° 2.

[1] Afin de simplifier le langage, il m'arrivera souvent, dans ce qui va suivre, de désigner les cercles de mon cadran musical par des numéros ; ainsi j'appellerai le plus petit cercle, cercle N° 1 ; le cercle de la gamme type, cercle N° 2 ; et le plus grand cercle, cercle N° 3.

Pour former une gamme majeure quelconque dont la tonique est donnée, on cherche sur le cercle N° 1, la tonique donnée, puis faisant tourner ce cercle, on amène cette tonique en regard de la division (1, mode majeur), du cercle N°2. On parcourt alors les divisions successives du cercle N° 2, et on lit sur le cercle N°1, les noms des notes qui se trouvent en coïncidence avec ces divisions. Les notes ainsi obtenues sont celles de la gamme cherchée.

Si la gamme à déterminer est mineure ou mixte, la régle à suivre est encore la même; seulement on fait coïncider la tonique donnée avec la division (5/3, mode mineur), si la gamme est mineure ; et avec la division (5/4, mode mixte), si la gamme est mixte.

§ 26. Appliquons cette règle à quelques exemples.

Soit à trouver la gamme de *sol mode majeur*.

Je cherche *sol* sur le cercle N° 1, et j'amène cette note en coïncidence avec la division (1, mode majeur), du cercle N° 2. Je prends alors les divisions successives de ce dernier cercle :

$$1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2$$

et je trouve en regard sur le cercle N° 1, les notes :

sol *la* *si* *ut* *ré*^{c} (1) *mi* *fa*$^{\#}$ *sol*

Ces notes sont celles de la gamme de *sol mode majeur*.

Autre exemple. Soit à déterminer la gamme de *fa mode majeur*.

On fait coïncider *fa* du cercle N° 1 avec (1, mode majeur), du cercle N° 2, et l'on a alors en regard de :

$$1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2$$

la gamme de *fa mode majeur* :

fa *sol*$_{c}$ *la* *si*$_{b}$ *ut* *ré* *mi* *fa*

[1] Le signe *c* placé à droite du nom d'une note, en haut ou en bas, indique que la note doit être élevée ou abaissée d'un comma. Ainsi *ré*^{c} signifie *ré* élevé d'un comma ; *sol*$_{c}$, *sol* abaissé d'un comma ; *fa*$^{\#}_{c}$, *fa dièse* abaissé d'un comma ; *la*$_{bc}$, *la bémol* abaissé d'un comma ; *mi*$_{b}^{c}$, *mi bémol* élevé d'un comma.

§ 27. Reprenons les deux exemples précédents, car ils permettent de faire quelques remarques importantes, et ils renferment l'explication de la règle donnée plus haut (§ 15), pour diéser et bémoliser.

Considérons d'abord la gamme de *sol majeur*. Toutes les notes de la gamme naturelle d'*ut* ne peuvent pas entrer sans modification dans celle de *sol*. En effet, le *ré* de la gamme de *sol* n'est pas le même que celui de la gamme d'*ut*, il est plus aigu de 1 comma. Cette différence, un comma, est négligée dans la musique écrite; cependant elle est sensible pour une oreille exercée, et il importe de s'en rendre compte.

La note *fa* ne peut pas faire partie de la gamme de *sol*, elle est trop grave, et doit par conséquent, être haussée d'une certaine quantité. Cherchons quelles modifications elle doit subir, pour entrer dans la gamme de *sol*.

On se rappelle que, dans la gamme naturelle d'*ut* ou la gamme type du mode majeur, la septième est à un semi-ton majeur au-dessous de l'octave, et qu'il doit en être de même pour toutes les gammes du mode majeur. La septième de la gamme de *sol majeur* sera donc à un semi-ton majeur au-dessous de *sol*, c'est à-dire comprise entre *fa* et *sol*. Comme la note *sol* se trouve déjà dans la gamme, tandis que la note *fa* n'y figure pas, on est convenu de donner à cette septième le nom *fa* avec la qualification *dièse*. On voit par là que, pour obtenir *fa dièse*, on baisse d'un demi-ton majeur la note *sol* qui suit dans l'ordre diatonique. Si l'on étend à toutes les autres notes de la gamme ce qui vient d'être fait pour déterminer *fa dièse*, on a la règle donnée plus haut pour diéser.

La gamme de *fa majeur* donne aussi lieu à quelques remarques. On trouve d'abord que le *sol* de la gamme naturelle doit être baissé d'un comma pour passer dans cette gamme. La note *si* de la gamme naturelle doit aussi être modifiée; en effet dans la gamme type du mode majeur, la quarte étant à un semi-ton majeur au-dessus de la tierce, il doit en être de même dans la

gamme de *fa majeur*. Dans le cas qui nous occupe, la tierce est *la;* la quarte est donc une note plus élevée d'un semi-ton majeur; on lui a donné le nom de *si bémol*. On voit par là que, pour obtenir *si bémol*, on hausse de un semi-ton majeur la note qui précède dans l'ordre diatonique, ce qui est la règle donnée plus haut pour bémoliser.

§ 28. Un autre rapprochement à faire pour les deux gammes de *sol majeur* et de *fa majeur*, c'est que la première, dont la tonique *sol* est la quinte d'*ut*, renferme un dièse; tandis que la seconde, dont la tonique *fa* est la quarte d'*ut*, renferme un bémol.

Si, au lieu de monter d'une quinte au-dessus de *ut*, on monte de 2, 3, 4, etc. quintes, on rencontrera des notes qui, prises comme toniques, donneront naissance à des gammes majeures à 2, 3, 4, etc., notes diésées.

En s'aidant du cadran transpositeur et en opérant d'après la règle donnée (§ 25), on pourra déterminer les gammes suivantes :

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
ut	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*
sol	*la*	*si*	*ut*	*ré* °	*mi*	*fa*#
ré	*mi*$_c$	*fa*$_c$#	*sol*$_c$	*la*	*si*$_c$	*ut*#
la	*si*$_c$	*ut*#	*ré*	*mi*	*fa*$_c$#	*sol*#
mi	*fa*$_c$#	*sol*#	*la*	*si*	*ut*#	*ré*#
si	*ut*#	*ré*#	*mi*	*fa*#	*sol*#	*la*#

Ces gammes montrent, comme on pouvait s'y attendre, que les notes diésées se succèdent de quinte en quinte en montant, et arrivent dans l'ordre suivant : *fa*#, *ut*#, *sol*#, *ré*# *la*#. On verra plus loin que, quand on passe à des gammes plus compliquées, les notes diésées qu'on rencontre ensuite sont *mi* # et *si*#, de

façon que la série complète des notes diésées est : *fa*#, *ut*#, *sol*#, *ré*# *la*# *mi*# *si*#.

Les notes bémolisées présentent une succession analogue aux notes diésées. En effet, si l'on monte au-dessus de *ut*, de 1, 2, 3, 4, etc., quartes, les notes obtenues seront les toniques de gammes majeures renfermant 1, 2, 3, 4... notes bémolisées. Ces gammes, déterminées comme précédemment à l'aide du cadran transpositeur, seront :

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
ut	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*
fa	$sol_{\flat}$	*la*	$si_{\flat}$	*ut*	*ré*	*mi*
$si_{\flat}$	$ut_{\flat}$	*ré*	$mi_{\flat}$	*fa*	$sol_{\flat}$	*la*
$mi_{\flat}$	$fa_{\flat}$	$sol_{\flat}$	$la_{\flat}$	$si_{\flat}$	$ut_{\flat}$	*ré*
$la_{\flat}$	$si_{\flat}$	*ut*	$ré_{\flat}$	$mi_{\flat}$	*fa*	*sol*
$ré_{\flat}$	$mi_{\flat}$	*fa*	*so.*	$la_{\flat}$	$si_{\flat}$	*ut*

On peut remarquer que dans ces gammes, les notes affectées d'un bémol se succèdent de quarte en quarte en montant, et suivent la série : $si_{\flat}$, $mi_{\flat}$, $la_{\flat}$, $ré_{\flat}$, $sol_{\flat}$, $do_{\flat}$, $fa_{\flat}$. C'est l'ordre renversé de la série des dièses.

§ 29. Dans la description des cercles N° 1 et N° 3, nous avons supposé que ces cercles ne renferment que la gamme naturelle, entre chacune des notes de laquelle on a inséré un dièse et un bémol ; c'est-à-dire que ces cercles ne comprennent que cinq notes diésées et cinq notes bémolisées. A l'aide de ces accidents, on a pu former les dix gammes qui précèdent, et dont cinq contiennent des notes diésées et les cinq autres des notes bémolisées. La dernière gamme en dièses est celle de *si* majeur, où l'on rencontre cinq dièses ; et la dernière gamme en bémols est celle de $ré_{\flat}$ majeur, où le nombre de notes bémolisées est cinq.

Si l'on veut passer à la formation de gammes qui renferment

plus de cinq accidents, dièses ou bémols; les sons marqués sur les cercles N° 1 et N° 3 ne suffiront donc plus, et il faudra déterminer de nouveaux sons.

A cet effet, on fera pour les gammes diatoniques de *si* majeur et de *ré*$_\flat$ majeur, ce que l'on a déjà fait plus haut pour la gamme diatonique de *ut* majeur, c'est-à-dire qu'entre les notes consécutives de ces deux gammes, on insérera un dièse et un bémol.

On aura ainsi les gammes suivantes :

Gamme de *ut* majeur.	Gamme de *si* majeur.	Gamme de *ré*$_\flat$ majeur.
ut	*si*	*ré*$_\flat$
ut$^\#$	*si*$^\#$	*ré*
ré$_\flat$	*ut*	*mi*$_{\flat\flat}$
ré	*ut*$^\#$	*mi*$_\flat$
ré$^\#$	*ut*$^{\#\#}$	*mi*
mi$_\flat$	*ré*	*fa*$_\flat$
mi	*ré*$^\#$	*fa*
fa	*mi*	*sol*$_\flat$
fa$^\#$	*mi*$^\#$	*sol*
sol$_\flat$	*fa*	*la*$_{\flat\flat}$
sol	*fa*$^\#$	*la*$_\flat$
sol$^\#$	*fa*$^{\#\#}$	*la*
la$_\flat$	*sol*	*si*$_{\flat\flat}$
la	*sol*$^\#$	*si*$_\flat$
la$^\#$	*sol*$^{\#\#}$	*si*
si$_\flat$	*la*	*ut*$_\flat$
si	*la*$^\#$	*ut*
ut	*si*	*ré*$_\flat$

On obtient de cette façon, dans la gamme de *si* majeur, les cinq nouvelles notes, *si*$^{\#}$, *ut*$^{\#\#}$, *mi*$^{\#}$, *fa*$^{\#\#}$, *sol*$^{\#\#}$; et dans la gamme de *ré*$_{\flat}$ majeur, les cinq nouvelles notes, *mi*$_{\flat\flat}$, *fa*$_{\flat}$, *la*$_{\flat\flat}$, *si*$_{\flat\flat}$, *ut*$_{\flat}$.

A l'aide de ces nouveaux sons, on pourra, partant de la gamme de *si* majeur, et montant au-dessus de *si*, de quinte en quinte, former cinq nouvelles gammes en dièses.

De même, en s'élevant au dessus de *ré*$_{\flat}$, de quarte en quarte, on rencontrera les toniques de cinq nouvelles gammes, où le nombre de notes bémolisées ira sans cesse en augmentant.

§ 30. Pour tracer sur le cercle N° 1 ces dix nouveaux sons, on opère de la manière suivante :

Le cercle N° 1 étant placé sur le cercle N° 2, on fait coïncider la note *si* du cercle N° 1, avec la division (1, mode majeur,) du cercle N° 2. On a alors, comme on l'a vu précédemment, la gamme de *si* majeur, en regard des divisions du cercle N° 2 :

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
si	*ut*$^{\#}$	*ré*$^{\#}$	*mi*	*fa*$^{\#}$	*sol*$^{\#}$	*la*$^{\#}$

Les divisions intermédiaires marquées $^{\#}$ et $_{\flat}$, du cercle N° 2, indiquent les positions que doivent occuper sur le cercle N° 1, les notes de la gamme de *si* majeur modifiées par un dièse ou un bémol. Or, on voit que les divisions marquées $_{\flat}$ du cercle N° 2, coïncident sur le cercle N° 1, avec les sons, *ut*, *ré*, *fa*, *sol*, *la*, déjà déterminés; tandis que les divisions marquées $^{\#}$ n'ont pas de correspondantes sur le cercle N° 1.

Pour ajouter ces nouveaux sons, il suffit alors de tracer sur le cercle N° 1, des rayons dans le prolongement des divisions marquées $^{\#}$, du cercle N° 2. On détermine de la sorte les nouveaux sons, *si*$^{\#}$, *ut*$^{\#\#}$, *mi*$^{\#}$, *fa*$^{\#\#}$, *sol*$^{\#\#}$. Sur les lignes ainsi obtenues, on écrira $^{\#}$ ou $^{\#\#}$ sans mettre le nom de la note, celui-ci se trouvant déjà marqué sur le cercle.

On procède de la même manière pour déterminer sur le cercle N° 1, la position des cinq notes bémolisées, $mi_{\flat\flat}$, $fa_{\flat}$, $la_{\flat\flat}$, $si_{\flat\flat}$, $ut_{\flat}$; c'est-à-dire que l'on fait coïncider la division (1, mode majeur), du cercle N° 2, avec le trait $ré_{\flat}$ du cercle N° 1, et que par les divisions marquées $_{\flat}$ du cercle N° 2, on trace des rayons sur le cercle N° 1. Les signes $_{\flat}$ et $_{\flat\flat}$ inscrits sur ces rayons servent à indiquer leur signification.

§ 31. Cette addition une fois faite au cercle N° 1, on peut passer à la formation des dix nouvelles gammes suivantes.

La manière d'opérer est toujours la même (§ 25).

On obtient alors les gammes en dièses :

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
si	$ut^{\#}$	$ré^{\#}$	*mi*	$fa^{\#}$	$sol^{\#}$	$la^{\#}$
$fa^{\#}$	$sol^{\#}$	$la^{\#}$	*si*	$ut^{\#c}$	$ré^{\#}$	$mi^{\#}$
$ut^{\#}$	$ré_{c}^{\#}$	$mi_{c}^{\#}$	$fa_{c}^{\#}$	$sol^{\#}$	$la_{c}^{\#}$	$si^{\#}$
$sol^{\#}$	$la_{c}^{\#}$	$si^{\#}$	$ut^{\#}$	$ré^{\#}$	$mi_{c}^{\#}$	$fa^{\#\#}$
$ré^{\#}$	$mi_{c}^{\#}$	$fa^{\#\#}$	$sol^{\#}$	$la^{\#}$	$si^{\#}$	$ut^{\#\#}$
$la^{\#}$	$si^{\#}$	$ut^{\#\#}$	$ré^{\#}$	$mi^{\#}$	$fa^{\#\#}$	$sol^{\#\#}$

Et les gammes en bémols :

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
$ré_{\flat}$	$mi_{\flat}$	*fa*	$sol_{\flat}$	$la_{\flat}$	$si_{\flat}$	*ut*
$sol_{\flat}$	$la_{\flat c}$	$si_{\flat}$	$ut_{\flat}$	$ré_{\flat}$	$mi_{\flat}$	*fa*
$ut_{\flat}$	$ré_{\flat c}$	$mi_{\flat}$	$fa_{\flat}$	$sol_{\flat}$	$la_{\flat c}$	$si_{\flat}$
$fa_{\flat}$	$sol_{\flat c}$	$la_{\flat c}$	$si_{\flat\flat c}$	$ut_{\flat}$	$ré_{\flat c}$	$mi_{\flat}$
$si_{\flat\flat}$	$ut_{\flat}$	$ré_{\flat}$	$mi_{\flat\flat}$	$fa^{c}_{\flat}$	$sol_{\flat}$	$la_{\flat}$
$mi_{\flat\flat}$	$fa_{\flat}$	$sol_{\flat}$	$la_{\flat\flat}$	$si_{\flat\flat}$	*ut*	$ré_{\flat}$

§ 32. Ces dix gammes ajoutées aux onze déterminée (§ 28), forment un total de vingt-et-une gammes majeures. Ces vingt-et-une gammes sont plus que suffisantes pour tous les besoins de la musique pratique, aussi m'arrêterai-je là, pour ne pas compliquer inutilement mon cadran transpositeur.

Si, cependant, on voulait aller plus loin, il suffirait d'intercaler un dièse et un bémol, entre les notes consécutives des gammes diatoniques de la # majeur et de mi♭ majeur, prises sur le cercle N° 1. On arriverait alors à pouvoir former encore dix nouvelles gammes. On pourrait continuer de même indéfiniment, ce qui montre que la méthode est générale. On verra, du reste, plus loin, comment à l'aide d'une légère modification, on peut rendre le cercle N° 1, capable de produire une gamme quelconque théorique aussi compliquée qu'on le désire, sans être obligé d'accroître le nombre des lignes déjà tracées.

Ainsi, en résumé, les cercles N° 1 et N° 3, comprennent les gammes majeures de *ut*, de *si*, de *ré*♭, entre les notes desquelles on a inséré un dièse et un bémol; et ils permettent de déterminer vingt-et-une gammes majeures.

Indépendamment des sons dont il a été déjà question, j'ai cru devoir, pour la symétrie, ajouter encore aux cercles n° 1 et n° 3, les quatre notes, *la*##, *ré*##, *sol*♭♭, *ré*♭♭. De cette façon, on trouve entre les notes naturelles *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, etc. de ces cercles, un dièse et un bémol, quand l'intervalle est un semiton majeur, et un dièse, un bémol, un double dièse et un double bémol, quand l'intervalle est d'un ton majeur ou d'un ton mineur.

Les notes *la*## et *ré*##, sont obtenues en insérant un dièse entre, *la*# et *si*#, *ré*# et *mi*#, de la gamme de *la*# majeur; et les notes *sol*♭♭ et *ré*♭♭, en intercalant un bémol entre, *fa*♭ et *sol*♭, *ut*♭ et *ré*♭, de la gamme de *mi*♭♭ majeur.

Ces quatre notes permettent encore la formation de quatre nouvelles gammes, de telle sorte, qu'en somme, les cercles extrêmes peuvent produire vingt-cinq gammes majeures.

Tous les éléments des cercles n° 1 et n° 3, sont compris dans le tableau suivant. On pourra alors, à l'aide des nombres du tableau, effectuer directement le tracé de ces cercles, sans passer par la construction que j'ai décrite au § 30.

Notes.	Intervalles en commas.	Angles.
ut	0,0000 0000	0° 00′ 00″, 00
ré$_{bb}$	0,9091 5588	5° 51′ 56″, 77
ut$^{\#}$	3,2861 2830	21° 12′ 06″, 22
ré$_{b}$	5,1952 8414	33° 31′ 09″, 79
ut$^{\#\#}$	7,5722 5660	48° 51′ 19″, 24
ré	8,4814 1244	54° 43′ 16″, 01
mi$_{bb}$	10,3905 6828	67° 02′ 19″, 58
ré$^{\#}$	12,7675 4074	82° 22′ 29″, 02
mi$_{b}$	13,6766 9658	88° 14′ 25″, 80
ré$^{\#\#}$	17,0536 6904	110° 01′ 42″, 04
mi	17,9628 2488	115° 53′ 38″, 81
fa$_{b}$	18,8719 8072	121° 45′ 35″, 59
mi$^{\#}$	22,2489 5318	143° 32′ 51″, 83
fa	23,1581 0902	149° 24′ 48″, 60
sol$_{bb}$	24,0672 6486	155° 16′ 45″, 37
fa$^{\#}$	27,4442 3732	177° 04′ 01″, 61
sol$_{b}$	28,3533 9316	182° 55′ 58″, 39
fa$^{\#\#}$	30,7303 6562	198° 16′ 07″, 83
sol	32,6395 2146	210° 35′ 11″, 40
la$_{bb}$	33,5486 7730	216° 27′ 08″, 18
sol$^{\#}$	35,9256 4976	231° 47′ 17″, 62

Notes.	Intervalles en commas.		Angles.			
la$_{b}$	37,8348	0560	244°	06′	21″,	19
sol$^{\#\#}$	40,2117	7806	259°	26′	30″,	64
la	41,1209	3390	265°	18′	27″,	41
si$_{bb}$	43,0300	8974	277°	37′	30″,	98
la$^{\#}$	45,4070	6220	292°	57′	40″,	42
si$_{b}$	46,3162	1804	298°	49′	37″,	20
la$^{\#\#}$	48,6931	9050	314°	09′	46″,	65
si	50,6023	4634	326°	28′	50″,	21
ut$_{b}$	51,5115	0218	332°	20′	46″,	99
si$^{\#}$	53,8884	7464	347°	40′	56″,	43
ut	55,7976	3048	360°	00′	00″,	00

§ 33. Dans ce qui précède, nous n'avons pris pour exemples que des gammes majeures. Passons à la détermination des gammes mineures et mixtes.

Une gamme majeure étant composée des mêmes notes que ses relatives mineure et mixte, il est évident que le cercle n° 1 renferme les notes des gammes mineures et mixtes relatives des vingt-cinq gammes majeures dont j'ai parlé plus haut. Il pourra donc servir à déterminer vingt-cinq gammes mineures et vingt-cinq gammes mixtes.

Soit, par exemple, à déterminer la gamme de *mi* mineur;

Conformément à la règle donnée (§ 25), on cherche la note *mi* sur le cercle n° 1, puis on fait coïncider ce *mi* avec la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2; on a alors en regard des

divisions de ce dernier cercle la gamme de *mi* mineur, ainsi qu'il suit :

$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$
mi	*fa*#	*sol*	*la*	*si*	*ut*	*ré*°

Autre exemple : Quelle est la gamme de *fa* mineur ?

La note *fa* du cercle N° 1 étant placée en regard de la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2 ; on trouve pour la gamme cherchée :

$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$
fa	*sol*	la_b	si_b	*ut*	$ré_b$	$mi°_b$

On déterminerait avec la même facilité toute autre gamme mineure.

Si l'on veut former une gamme mixte quelconque, la règle à suivre est encore la même.

Soit à trouver la gamme de *ut*# mixte :

On fait coïncider la division *ut*# du cercle N° 1, avec la division (5/4, mode mixte), du cercle N° 2, puis, passant aux divisions successives de ce dernier cercle, on trouve en regard, sur le cercle N° 1, les notes cherchées.

On a alors :

$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	1	$\frac{10}{9}$
ut#	*ré*	*mi*	fa_c#	*sol*#	*la*	si_c

Autre exemple : Déterminer la gamme de *ut* mixte.

La note *ut* du cercle N° 1, étant placée vis-à-vis de la division (5/4, mode mixte), du cercle N° 2, on lit :

$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	1	$\frac{10}{9}$
ut	*ré*♭	*mi*♭	*fa*	*sol*	*la*♭	*si*♭

Ces quelques exemples suffisent pour montrer, combien il est aisé d'arriver à la formation d'une gamme quelconque, à l'aide du cadran musical.

§ 34. Le cadran musical permet encore de résoudre ce problème : *Quelles sont les gammes relatives d'une gamme donnée?*

Par exemple, soit à trouver les gammes relatives mineure et mixte de *sol* majeur ?

On placera vis-à-vis de la division (1, mode majeur), du cercle N° 2, la note *sol* du cercle N° 1, et l'on aura alors en regard des divisions (5/3, mode mineur), et (5/4, mode mixte), les toniques des gammes relatives, c'est-à-dire les notes *mi* et *si*.

Les gammes relatives de la gamme de *sol* majeur, sont donc celles de *mi* mineur et de *si* mixte.

Autre exemple : Quelles sont les gammes relatives majeure et mixte, de *ré* mineur?

On fera coïncider la note *ré* du cercle N° 1, avec la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2 ; puis on se transportera aux divisions (1, mode majeur) et (5/4, mode mixte), et l'on trouvera en regard sur le cercle N° 1, les toniques cherchées, c'est-à-dire *fa* et *la*.

On a donc pour gammes relatives de *ré* mineur, celles de *fa* majeur et de *la* mixte.

Autre exemple : On demande les gammes relatives de *ré* mixte?

La note *ré* du cercle N° 1, étant placée en face de la division (5/4 mode mixte), du cercle N° 2, on voit en coïncidence sur les deux cercles :

Mode mineur.	Mode majeur.	Mode mixte.
$\frac{5}{3}$	1	$\frac{5}{4}$
sol_c	si_b	*ré*

Les gammes de *sol* mineur abaissé d'un comma, et de si_b majeur sont donc relatives de celle de *ré* mixte.

§ 35. Après avoir décrit le cadran musical applicable à tous les cas de la musique pratique, j'arrive à la modification qu'il faudrait lui faire subir, pour le rendre capable de former une gamme quelconque, sans accroître indéfiniment le nombre des lignes tracées sur le cercle N° 1. Le cercle N° 2 n'éprouve aucun changement, il reste tel qu'il a été dit plus haut.

Quant au cercle N° 1, je suppose qu'il ne renferme que la gamme majeure d'*ut* avec ses dièses et ses bémols comme au § 16.

La comparaison des accidents des gammes déjà déterminées va nous montrer quelle addition il faut faire à ce dernier cercle.

Le tableau suivant, qui résume toutes les gammes vues précédemment, renferme tous les éléments dont nous avons besoin pour arriver au but.

TONIQUES DES GAMMES RELATIVES			Nombre de notes commutisées.	Nombre de dièses ou de bémols.
Majeure.	Mineure.	Mixte.		
la#	*fa*##	*ut*##	0	10 dièses.
ré#	*si*#	*fa*##	1	9 id.
sol#	*mi*$_c$#	*si*#	2	8 id.
ut#	*la*$_c$#	*mi*$_c$#	4	7 id.
fa#	*ré*#	*la*#	1	5 id.
si	*sol*#	*ré*#	0	5 id.
mi	*ut*#	*sol*#	1	4 id.
la	*fa*$_c$#	*ut*#	2	3 id.
ré	*si*$_c$	*fa*#$_c$	4	2 id.
sol	*mi*	*si*	1	1 id.
ut	*la*	*mi*	0	0
fa	*ré*	*la*	1	1 bémol.
si$_b$	*sol*$_c$	*ré*	2	2 id.
mi$_b$	*ut*$_c$	*sol*$_c$	4	3 id.
la$_b$	*fa*	*ut*	1	4 id.
ré$_b$	*si*$_b$	*fa*	0	5 id
sol$_b$	*mi*$_b$	*si*$_b$	1	6 id.
ut$_b$	*la*$_{bc}$	*mi*$_b$	2	7 id.
fa$_b$	*ré*$_{bc}$	*la*$_{bc}$	4	8 id.
si$_{bb}$	*sol*$_b$	*ré*$_b$	1	9 id.
mi$_{bb}$	*ut*$_b$	*sol*$_b$	0	10 id.

La dernière colonne montre qu'à partir de la gamme d'*ut* majeur qui occupe le milieu du tableau, les gammes sont rangées eu égard au nombre de dièses ou de bémols qu'elles renferment, c'est-à-dire que ces gammes se succèdent de quinte en quinte, si l'on parcourt le tableau en montant, ou de quarte en quarte en descendant.

Un coup-d'œil jeté sur la colonne des commas fait voir que les nombres de notes commatisées ne croissent pas comme les nombres de la dernière colonne. En effet, les mêmes nombres de notes commatisées reviennent sans cesse en suivant la série périodique 0, 1, 2, 4, 1, et, par conséquent, les gammes qui arrivent de cinq en cinq présentent les mêmes nombres de notes affectées d'un comma. Ainsi les gammes majeures d'*ut*, de *si*, de *la*#, dans lesquelles les nombres de dièses sont 0, 5, 10, n'ont pas de notes commatisées, et il en est de même pour les gammes majeures de $ré_b$ et de mi_{bb}, dans lesquelles on rencontre 5 et 10 bémols.

Une autre remarque à faire, pour les gammes qui se succèdent de cinq en cinq, c'est-à-dire qui diffèrent entre elles par un nombre d'accidents (dièses ou bémols), représenté par cinq ou un multiple de cinq ; c'est que, non-seulement elles renferment le même nombre de notes commatisées, mais encore, les commas portent sur les mêmes notes par rapport à leur rang dans la gamme, et affectent ces notes de la même manière.

Par exemple, dans la gamme de *sol*# majeur, il y a deux notes commatisées, la seconde et la sixte, et il en est de même pour les gammes majeures de *la*, de si_b, de ut_b, qui diffèrent de la première par 5, 10, 15 accidents [1] en moins ; en outre, dans toutes ces gammes, la seconde présente la même altération, et l'on peut en dire autant pour la sixte.

[1] Les dièses sont considérés ici comme des quantités positives, et les bémols comme des quantités négatives.

Reprenons les gammes majeures d'*ut*, de *si*, de *la*#, de *ré*♭, de *mi*♭♭. De *si* à *ut*, de *la*# à *si*, de *ut* à *ré*♭, de *ré*♭ à *mi*♭♭, il y a un semi-ton majeur, et il est facile de voir que cette différence, un semi ton majeur, se retrouve entre toutes les toniques des gammes distantes de cinq rangs dans le tableau. De là, cette remarque : Pour toutes les gammes d'un même mode, dont les toniques diffèrent d'un nombre entier quelconque de semi-tons majeurs, il y a identité, quant au nombre de notes commatisées, au rang que ces notes occupent dans la gamme, et à la nature de l'altération produite par les commas sur des notes de même rang.

Cela posé, passons à l'application.

On se rappelle (§ 28) que quand le cercle N° 1 porte la gamme d'*ut* majeur, il peut, avec l'aide du cercle N° 2, servir à former dix gammes majeures, cinq qui renferment des dièses et cinq, des bémols. Les dernières gammes produites sont alors celle de *si* où le nombre des dièses est cinq, et celle de *ré*♭ où le nombre des bémols est aussi cinq.

Ces deux gammes, comme celle d'*ut*, ne contiennent aucune note commatisée, car les toniques *si* et *ré*♭ diffèrent de *ut* d'un semi-ton majeur.

On a vu, en outre (§ 31), qu'en intercalant de même un dièse et un bémol, entre les notes consécutives des gammes diatoniques de *si* et de *ré*♭, on peut arriver à former dix nouvelles gammes, la gamme de *si* engendrant cinq gammes en dièses et celle de *ré*♭ cinq en bémols.

Par ce qui précède, on sait que, soit que l'on parte de la gamme de *si* ou de la gamme d'*ut*, pour passer aux gammes qui possèdent 1, 2, 3, etc., dièses de plus que chacune d'elles, on rencontrera les mêmes notes commatisées.

Si donc, sur le cercle N° 1, on inscrit au-dessous de la gamme d'*ut*, la gamme diatonique de *si* majeur, on pourra regarder ce cercle comme représentant à volonté l'une ou l'autre de ces deux

gammes, et en suivant la règle (§ 25), on arrivera à déterminer toutes les gammes qui en dépendent.

Par la même raison, on pourra placer au dessous des gammes de *ut* et de *si*, celle de *ré*$_b$ majeur, ou toute autre gamme majeure dont la tonique diffère de *ut* d'un nombre entier quelconque de semi-tons majeurs.

Ainsi, en résumé, la modification du cercle N° 1, consiste : à inscrire au dessous de la gamme d'*ut*, les gammes majeures de *si*, de *ré*$_b$, de *la*$^\#$, de *mi*$_{bb}$, ou toute autre gamme du même mode dont la tonique diffère de *ut* d'un nombre entier quelconque de semi-tons majeurs. On considère alors le cercle N° 1, comme représentant à volonté l'une quelconque des gammes qui y sont inscrites, et pour passer à la formation des autres gammes, on suit la règle donnée (§ 25).

La détermination des gammes à inscrire sur le cercle N° 1 ne peut présenter aucune difficulté, car elles s'engendrent l'une par l'autre :

En effet, la gamme d'*ut* permet de trouver celles de *si* et de *ré*$_b$; la gamme de *si*, à son tour, donne celle de *la*$^\#$, la gamme de *ré*$_b$, celle de *mi*$_{bb}$, et ainsi de suite indéfiniment.

La *figure* 7, *planche III*, représente le cercle N° 1, dans le cas où l'on voudrait lui faire produire toutes les gammes qui dépendent de celles d'*ut* majeur, de *si* majeur, de *ré*$_b$ majeur, de *mi*$_{bb}$ majeur; c'est-à-dire qu'un pareil cercle permet de déterminer quatre-vingt-dix gammes, trente majeures, trente mineures et trente mixtes.

Cet exemple suffit pour montrer la manière d'inscrire ces gammes supplémentaires, et la facilité avec laquelle on peut arriver à la formation d'une gamme ayant pour tonique une note quelconque naturelle ou accidentée.

§ 36. J'arrive maintenant à la transposition.

Dans ce qui va suivre, nous ne nous servirons jamais du

cercle N° 1, modifié comme il vient d'être dit; nous n'emploierons que celui décrit plus haut (§ 32), parce que sa manipulation est plus simple, et qu'il répond d'ailleurs à tous les cas de la pratique.

Quand un air est écrit dans une gamme quelconque, il arrive souvent que pour rendre l'exécution possible, eu égard à la nature des voix et des instruments dont on dispose, il a fallu monter ou descendre toutes les notes d'une certaine quantité, d'un certain intervalle. On dit alors que le morceau de musique est *transposé*. La gamme que l'on exécute n'est plus la gamme du morceau ; mais elle présente les mêmes intervalles successifs que cette dernière.

La *transposition* a donc pour but de déterminer une gamme où les intervalles successifs, soient les mêmes que dans une autre gamme donnée, et d'établir quels sont ceux qui se correspondent dans les deux gammes

On voit, par là, que la transposition exige la formation et la comparaison simultanées de deux gammes.

Le cadran transpositeur permet de résoudre immédiatement et par une simple lecture, tous les cas de la transposition pratique. On a besoin, pour cette determination, des cercles N° 1, N° 2 et N° 3, superposés, et ayant leurs centres fixés à un même axe.

Le cercle N° 1, sert à former la gamme d'où l'on part; le cercle N° 3, la gamme que l'on veut obtenir comme résultat de la transposition.

Pour déterminer la première gamme, on suit la règle donnée (§ 25) ; pour former la seconde, celle que l'on doit exécuter, on suit encore la même règle ; seulement, dans le (§ 25), il faut lire partout, cercle N° 3, au lieu de cercle N° 1. Ayant ainsi opéré, on aura sur un même rayon, les toniques des deux gammes, et la division du cercle N° 2 qui correspond au point de départ de la gamme type du mode. Il suffira alors de jeter les yeux sur

les divisions successives du cercle N° 2, et de lire sur les cercles N° 1 et N° 3, les notes qui correspondent à ces divisions pour voir la concordance entre les différentes notes des deux gammes.

Les quelques exemples qui suivent, choisis dans les trois modes, dissiperont ce que la description qui précède peut avoir d'obscur.

§ 37. Je suppose que l'on veuille transporter de *ré* majeur en *mi*.

On cherche la note *ré* sur le cercle N° 1, puis on fait tourner ce cercle autour de son centre, de façon à amener cette note en coïncidence avec la division (1, mode majeur), du cercle N° 2. De même, on cherche la note *mi* sur le cercle N° 3, puis, on fait mouvoir ce cercle autour de l'axe jusqu'à ce que cette note se trouve vis-à-vis de la division (1, mode majeur), du cercle N° 2. Par suite de cette opération, on a sur un même rayon, la note *mi* du cercle N° 3, la division (1, mode majeur), du cercle N° 2 et la note *ré* du cercle N° 1. On parcourt alors les divisions successives 1, 10/9, 5/4, etc., du cercle N° 2, et on lit sur les cercles N° 1 et N° 3, les notes qui se trouvent en regard de ces divisions, ce qui donne :

Cercle N° 1. — *Gamme de* ré *majeur*.

ré mi_c $fa_c^{\#}$ sol_c *la* si_c $ut^{\#}$

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode majeur*.

$$1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8}$$

Cercle N° 3. — *Gamme de* mi *majeur*.

mi $fa_c^{\#}$ $sol^{\#}$ *la* *si* $ut^{\#}$ $ré^{\#}$

On voit que, par cette manière d'opérer, on a formé les gammes de *ré* majeur et de *mi* majeur, et que l'on trouve sur un même rayon, en face les unes des autres, les notes de même rang dans les deux gammes. On peut alors comparer facilement entre elles, non-seulement les notes de même rang, mais encore les notes de même nom et reconnaître les altérations qu'elles subissent en passant d'une gamme dans l'autre. Ainsi, on peut remarquer que les notes $fa_c^{\#}$, *la*, $ut^{\#}$, sont communes aux deux gammes ; que les notes *mi* et *si* sont d'un comma plus grave dans la gamme de *ré* que dans la gamme de *mi* ; que la note *sol* abaissé d'un comma de la gamme de *ré*, devient un $sol^{\#}$ dans la gamme de *mi* ; qu'enfin *ré* de la première gamme devient un $ré^{\#}$ dans la seconde.

Autre exemple : On veut transposer du ton de *sol* majeur au ton de si_b majeur.

La note *sol* du cercle N° 1, et la note si_b du cercle N° 3, étant placées en coïncidence avec le trait marqué (1, mode majeur), du cercle N° 2, on voit en regard des divisions de ce dernier cercle :

Cercle N° 1. — *Gamme de* sol *majeur.*

sol *la* *si* *ut* *ré*° *mi* $fa^{\#}$

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode majeur.*

$$1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8}$$

Cercle N° 3. — *Gamme de* si_b *majeur.*

si_b ut_c *ré* mi_b *fa* sol_c *la*

Les principales remarques à faire dans ce cas sont les suivantes : Comme dans l'exemple précédent, les notes de même rang dans les deux gammes se trouvent sur un même rayon, quelques

unes des notes de même nom éprouvent des altérations : ainsi la note *fa*# de la gamme de *sol*, perd son dièse dans la gamme de *si*$_b$ et est ramenée à l'état naturel ; les notes *si* et *mi* sont affectées d'un bémol dans la nouvelle gamme ; la note *ré*^{c} de la première gamme revient à l'état naturel dans la deuxième, tandis que les notes *ut* et *sol* doivent être abaissées d'un comma.

§ 38. Considérons maintenant quelques exemples de gammes mineures.

Soit à transposer de *ré* mineur en *si*$_b$ mineur.

Dans ce cas, le point de départ seul, sur le cercle N° 2, est changé. On fait coïncider la note *ré* du cercle N° 1, et la note *si*$_b$ du cercle N° 3, avec la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2, et on lit :

Cercle N° 1. — *Gamme de* ré *mineur.*

ré *mi* *fa* *sol*$_c$ *la* *si*$_b$ *ut*

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode mineur.*

$$\frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2}$$

Cercle N° 3. — *Gamme de* si$_b$ *mineur.*

si$_b$ *ut* *ré*$_b$ *mi*$_b$ *fa* *sol*$_b$ *la*$_b$

Ce qui montre, qu'en passant du ton de *ré* mineur au ton de *si*$_b$, on a quatre bémols au lieu d'un seul, et que la note abaissée d'un comma dans la première gamme, perd son comma et reçoit un bémol dans la dernière. On remarque, en outre, qu'aucune des notes de la gamme de *si*$_b$ mineur n'est commatisée.

Autre exemple : Passer de *fa* mineur en *si* mineur.

La note *fa* du cercle N° 1, et la note *si*, du cercle N° 3, étant placées en regard de la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2, on trouve sur les deux cercles extrêmes vis-à-vis des divisions du cercle intermédiaire, ce qui suit :

Cercle N° 1. — *Gamme de fa mineur.*

fa *sol* la_b si_b *ut* *ré* mi^c_b

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode mineur.*

$$\frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2}$$

Cercle N° 3. — *Gamme de si mineur.*

si $ut^{\#c}$ *ré* *mi* $fa^{\#}$ *sol* *la*

Dans ce cas, la gamme primitive qui renferme quatre bémols, les perd et reçoit deux dièses. La note mi_b haussé d'un comma de la première gamme, devient *mi* naturel dans la seconde, et de plus, dans cette dernière, les notes $ut^{\#}$, *ré* et *la*, doivent être élevées d'un comma.

Il faut remarquer ici que la gamme de *si* mineur, dont il vient d'être question, n'est pas la gamme relative de *ré* majeur. En effet, pour avoir la gamme mineure relative de *ré* majeur, on a vu (§ 34) qu'on doit faire coïncider *ré* du cercle N° 1, avec la division (1, mode majeur), du cercle N° 2, puis jeter les yeux sur la division (5/3, mode mineur), du même cercle, et lire sur le cercle N° 1, la note qui lui correspond. On voit alors que la gamme mineure relative de *ré* majeur, est celle de si_c et non celle de *si* naturel.

Aussi, si l'on voulait transposer de *fa* mineur, en la gamme

relative de *ré* majeur, ce serait si_c et non *si* du cercle N° 3, qu'il faudrait mettre en coïncidence avec la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2. On trouverait de cette façon :

Cercle N° 1. — *Gamme de* fa *mineur.*

$fa \quad sol \quad la_b \quad si_b \quad ut \quad ré_b \quad mi_b$

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode mineur.*

$$\frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2}$$

Cercle N° 3. — *Gamme de* si $_c$ *mineur.*

$si_c \quad ut^\# \quad ré \quad mi_c \quad fa_c^\# \quad sol_c \quad la$

Ici, les commas n'affectent plus les mêmes notes que dans la gamme de *si* naturel mineur. Ainsi, les notes, $ut^\#$, *ré*, *la*, qui doivent être élevées d'un comma dans la gamme de *si*, n'éprouvent aucun changement dans la gamme de si_c, tandis que le contraire a lieu pour les autres notes, *si*, *mi*, $fa^\#$, *sol*, qui deviennent dans la gamme de si_c : si_c, mi_c, $fa^\#_c$, sol_c.

§ 39. Si l'on a à transposer des gammes mixtes, on suit la même marche que précédemment, à cela près que les toniques des deux gammes prises sur les cercles N° 1 et N° 3, sont amenées en coïncidence avec la division (5/4, mode mixte), du cercle N° 2.

Exemple : Soit à transposer de *ut* mixte en $ut^\#$.

Ayant fait coïncider avec la division (5/4, mode mixte), du cercle N° 2, la note *ut* du cercle N° 1, et la note $ut^\#$ du cercle N° 3, on obtient en regard des divisions du cercle N° 2, les notes correspondantes des deux gammes, c'est-à-dire :

Cercle N° 1. — *Gamme de* ut *mixte.*

ut $ré_b$ $mi^c{}_b$ *fa* *sol* la_b si_b

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode mixte.*

$$\frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 1 \quad \frac{10}{9}$$

Cercle N° 3. — *Gamme de* ut# *mixte.*

$ut^{\#}$ *ré* *mi* $fa_c{}^{\#}$ $sol^{\#}$ *la* si_c

On voit par là, que la gamme d'*ut* mixte, qui renferme quatre notes bémolisées, perd par la transposition ses quatre bémols et gagne trois dièses ; que mi_b élevé d'un comma, devient *mi* naturel ; qu'enfin, la nouvelle gamme présente deux notes abaissées d'un comma, les notes $fa^{\#}{}_c$ et si_c.

Ces quelques exemples montrent avec quelle facilité on arrive à se rendre un compte exact, des modifications qui surgissent dans les gammes par suite de la transposition.

Un peu d'habitude dans la manipulation, en apprendra plus, d'un seul coup-d'œil, que ce que je puis dire en de longues phrases ; aussi m'arrêterai-je là dans l'énumération des gammes.

§ 40. Passons maintenant à l'examen d'un autre genre de difficultés qu'on rencontre dans la transposition ; je veux parler des *notes critiques.*

On sait qu'en musique les différents accidents (dièses ou bémols), qui résultent de la constitution même de la gamme dans laquelle est écrit un air, sont placés au commencement du morceau, et forment ce que l'on appelle *l'armure de la clef.*

Mais toutes les notes qui composent un morceau de musique n'appartiennent pas toujours à la gamme diatonique dans laquelle il est écrit. En effet, il arrive souvent que certaines notes sont modifiées accidentellement, soit par un dièse, soit par un bémol. Souvent encore le contraire a lieu ; une note diésée ou bémolisée primitivement à la clef revient à l'état naturel ; ce que l'on indique en mettant avant la note le signe ♮ nommé *bécarre*.

Les notes ainsi modifiées dans le courant du morceau portent le nom de *notes accidentelles*.

Dans la transposition, les notes accidentelles peuvent présenter deux cas : ou bien elles conservent en passant dans la nouvelle gamme le même signe que dans la gamme primitive, ou bien ce signe doit être modifié.

Les notes accidentelles, dont le signe doit être modifié par la transposition, ont reçu le nom de *notes critiques*.

Dans son ouvrage sur la transposition [1], M. Delezenne traite la question des notes accidentelles, et il donne des règles générales pour l'interprétation des notes critiques.

Ici je me contenterai de montrer comment mon cadran transpositeur permet de savoir immédiatement, si une note accidentelle conserve ou non son signe dans la transposition, et quel changement elle doit subir dans le cas où son signe doit être modifié.

[1] Sur la Transposition, par M. Delezenne, pages 52 et suivantes (Mémoires de la Société des Sciences de Lille. Année 1854).

Prenons un des exemples déjà étudiés plus haut, celui où l'on veut transposer de *ré* majeur en *mi* majeur. Supposons en outre, le cas le plus compliqué, celui où toutes les notes de la gamme de *ré* majeur, sont altérées accidentellement dans le courant d'un morceau écrit en ce ton, soit par un dièse, soit par un bémol, soit par un bécarre.

On suivra, pour la transposition, la règle donnée plus haut, c'est-à-dire qu'on amènera la note *ré* du cercle N° 1, et la note *mi* du cercle N° 3, dans le prolongement de la division (1, mode majeur) du cercle N° 2. On passera alors à l'examen comparatif de ces cercles.

Si, comme on l'a fait précédemment, on lit sur les cercles N° 1 et N° 3, les notes qui se trouvent en regard des divisions 1, 10/9, 5/4, etc., du cercle N° 2, en obtiendra les notes des deux gammes qui se correspondent. Mais pour l'interprétation des notes accidentelles, on aura recours aux divisions intermédiaires marquées # et ♭ du cercle N° 2.

En face de ces divisions marquées # et ♭ du cercle N° 2, se trouveront sur les cercles N° 1 et N° 3, les notes accidentelles du même rang dans les deux gammes, de sorte que d'un simple coup-d'œil, on connaîtra les notes qui conservent leurs signes et la nature de la modification à faire subir aux notes critiques.

Pour l'exemple qui nous occupe, on a la concordance suivante :

CERCLE N° 1. Gamme de *ré* majeur.		CERCLE N° 2. Gamme type de mode majeur.		CERCLE N° 3. Gamme de *mi* majeur.	
ré		1		*mi*	
	$ré_c^{\#}$	#			$mi^{\#}_c$
	mi_b	b			*fa* ♮
mi_c		$\frac{10}{9}$		$fa^{\#}_c$	
	$mi_c^{\#}$	#			$fa^{\#\#}$
	fa_c ♮	b			sol_c ♮
$fa^{\#}_c$		$\frac{5}{4}$		$sol^{\#}$	
sol_c		$\frac{4}{3}$		*la*	
	$sol^{\#}$	#			$la^{\#}$
	la_{bc}	b			si_b
la		$\frac{3}{2}$		*si*	
	$la^{\#}_c$	#			$si^{\#}$
	si_b	b			*ut* ♮
si_c		$\frac{5}{3}$		$ut^{\#}$	
	$si^{\#}$	#			$ut^{\#\#}$
	ut_c ♮	b			*ré* ♮
$ut^{\#}$		$\frac{15}{8}$		$ré^{\#}$	

Par cette comparaison simultanée des notes accidentelles dans les deux gammes, on voit que par suite de la transposition, *ré*$_c^{\#}$ se change en *mi*$_c^{\#}$, *mi*$_c^{\#}$ en *fa*$^{\#\#}$, *sol*$^{\#}$ en *la*$^{\#}$, la$_c^{\#}$ en *si*$^{\#}$, *si*$^{\#}$ en *ut*$^{\#\#}$, *la*$_{bc}$ en *si*$_b$, *fa*$_c$♮ en *sol*$_c$♮, *ut*$_c$♮ en *ré*♮, c'est-à-dire que ces notes conservent leurs signes (#, ♭, ♮) en passant dans la nouvelle gamme. Quant aux autres notes, aux notes critiques, il n'en est plus de même ; en effet, la note *mi*$_b$ doit être remplacée par *fa* ♮, et *si*$_b$ par *ut* ♮.

On peut faire des observations analogues pour les commas qui affectent certaines notes accidentelles de la gamme primitive. Ces commas peuvent, soit passer dans la nouvelle gamme, soit disparaître, soit prendre naissance et affecter des notes dont les correspondantes dans la première gamme n'en possèdent pas.

Autre exemple : Transposer en *si*$_b$, un air écrit en *sol* majeur, et dans lequel toutes les notes sont modifiées accidentellement, par un dièse, un bémol ou un bécarre.

Pour résoudre la question, on place dans le prolongement l'un de l'autre les trois traits marqués *sol*, (1, mode majeur), *si*$_b$, des cercles N° 1, N° 2 et N° 3; puis, passant aux divisions successives du cercle N° 2, on trouve en regard sur les cercles N° 1 et N° 3.

CERCLE N° 1 Gamme de *sol* majeur.	CERCLE N° 2. Gamme type dn mode majeur.	CERCLE N° 3. Gamme de *si*♭ majeur
sol	1	*si*♭
sol♯	♯	*si*♮
la♭	♭	*ut*♭
la	$\frac{10}{9}$	*ut*
la♯	♯	*ut*♯
si♭	♭	*ré*♭
si	$\frac{5}{4}$	*ré*
ut	$\frac{4}{3}$	*mi*♭
ut♯	♯	*mi*♮
ré♭	♭	*fa*♭
ré	$\frac{3}{2}$	*fa*
ré♯	♯	*fa*♯
mi♭	♭	*sol*♭
mi	$\frac{5}{3}$	*sol*
mi♯	♯	*sol*♯
fa♮	♭	*la*♭
fa♯	$\frac{15}{8}$	*la*

De l'inspection des différentes notes accidentelles des deux gammes, il résulte que certaines de ces notes conservent leurs signes; ce sont · *la*$_\flat$ qui se transforme en *ut*$_\flat$, *la*$^\#$ en *ut*$^\#$, *si*$_\flat$ en *ré*$_{\flat c}$, *ré*$_\flat$ en *fa*$_\flat$, *ré*$^\#$ en *fa*$^\#{}_c$, *mi*$^c{}_\flat$ en *sol*$_\flat$, *mi*$^\#$ en *sol*$^\#$. Les notes critiques sont *sol*$^\#$ qu'il faut remplacer par *si*$_c$♮, *ut*$^{\#c}$ par *mi*♮ et *fa*♮ par *la*$_{\flat c}$.

On voit encore ici qu'à quelques-unes des notes accidentelles affectées d'un comma dans la première gamme, correspondent des notes dépourvues de commas dans la seconde et réciproquement, et qu'enfin, certaines notes accidentelles de même rang ne sont commatisées dans aucune des deux gammes.

La question des notes accidentelles ne présente pas plus de difficultés pour les modes mineur et mixte. La manière d'opérer est la même que pour le mode majeur, avec cette seule différence que le point de départ sur le cercle N° 2 est changé. Ce point de départ est la division (5/3, mode mineur) pour le mode mineur, et (5/4, mode mixte) pour le mode mixte.

Par exemple, supposons qu'on veuille transposer de *ré* mineur en *si*$_\flat$ mineur, un air qui renferme toutes ses notes modifiées accidentellement, par un dièse, un bémol ou un bécarre.

On dispose les cercles N° 1, N° 2, N° 3, de façon que l'on ait en coïncidence les divisions *ré*, (5/3, mode mineur), *si*$_\flat$. Cela fait, on partira de la division (5/3, mode mineur), du cercle N° 2, et parcourant les divisions successives de ce cercle, on lira sur les cercles N° 1 et N° 3, les notes qui se trouvent en regard de ces divisions.

On aura alors :

CERCLE N° 1. Gamme de *ré* mineur.	CERCLE N° 2. Gamme type du mode mineur.	CERCLE N° 3. Gamme de si_b mineur.
ré	$\frac{5}{3}$	si_b
$ré^{\#}$	#	*si* ♮
mi_b	♭	ut_b
mi	$\frac{15}{8}$	*ut*
fa	1	$ré_b$
$fa^{\#}{}_c$	#	*ré* ♮
sol_b	♭	mi_{bb}
sol_c	$\frac{10}{9}$	mi_b
$sol^{\#}$	#	*mi* ♮
la_{bc}	♭	fa_b
la	$\frac{5}{4}$	*fa*
si_b	$\frac{4}{3}$	sol_b
si ♮	#	*sol* ♮
ut_b	♭	la_{bb}
ut	$\frac{3}{2}$	la_b
$ut^{\#}$	#	*la* ♮
$ré_b$	♭	si_{bb}

Les notes accidentelles de même rang qui conservent leurs signes dans les deux gammes sont: *mi*♭ et *ut*♭, *sol*♭ et *mi*♭♭, *la*♭♭ et *fa*♭, *si*♮ et *sol*♮, *ut*♭ et *la*♭♭, *ré*♭ et *si*♭♭. Les notes critiques sont: *ré*♯ et *si*♮, *fa*♭♭♯ et *ré*♮, *sol*♯ et *mi*♮, *ut*♯ et *la*♮.

On peut remarquer, en outre, qu'aucune des notes accidentelles de la gamme de *si*♭ mineur n'est commatisée, quoique quelques-unes de leurs correspondantes de la gamme de *ré* mineur le soient.

Ces trois exemples montrent suffisamment la marche à suivre pour l'interprétation des notes accidentelles dans la transposition. Pour tous les autres cas, on opérera de même.

§ 41. Jusqu'ici, nous n'avons considéré que des gammes exactes; cependant, il arrive le plus souvent que dans la pratique, un morceau de musique est exécuté par un instrument à sons fixes qui ne peut produire toutes les notes exactes. Si l'on a affaire à un instrument tempéré suivant le tempérament de l'orchestre, les notes naturelles seules sont justes; s'il s'agit du piano, toutes les notes sont plus ou moins altérées. Il est donc utile de savoir jusqu'à quel point la gamme que l'on exécute se rapproche de la gamme vraie, et de connaître les notes qui s'écartent le plus des sons qu'elles devraient produire. Cette recherche de l'altération des gammes sera d'autant plus nécessaire, qu'un morceau de musique sera exécuté simultanément avec deux instruments de tempéraments différents; par exemple, la flûte et le piano.

Le violoniste doit aussi être renseigné sur ce sujet pour pouvoir tempérer, quand il jouera un air en même temps qu'un instrument à sons fixes.

On peut rendre le cadran musical apte à résoudre cette sorte de question, à l'aide d'une addition qui, du reste, le complique très-peu. Il suffit, pour cela, d'ajouter aux cercles N° 1 et

N° 3, la gamme tempérée de l'orchestre et la gamme tempérée du piano.

Voyons d'abord comment on inscrira la gamme tempérée de l'orchestre. On a vu plus haut (§ 17), que cette gamme n'est autre que la gamme d'*ut* majeur déjà figurée sur les cercles N° 1 et N° 3. On sait de plus que le dièse et le bémol intercalés entre deux notes consécutives sont confondus en un même son moyen. La position de ce son est déterminée sur les cercles extrêmes par un trait pointillé, placé au milieu de la distance qui sépare le dièse du bémol correspondant. Je n'ai pas écrit de désignation sur ce trait, car, par sa position même, il sera toujours facile de trouver le nom qui lui convient : ainsi le trait pointillé entre *ré*♯ et *mi*♭, sera appelé suivant les circonstances *ré* dièse ou *mi* bémol.

Quant à la gamme du tempérament égal (§ 18), elle est représentée sur les cercles N° 1 et N° 3, par des flèches. Pour tracer celles-ci, chacun des deux cercles a été divisé en douze parties égales, à partir de la division *ut*, et des rayons ont été menés par les points de division trouvés. Les flèches ne portent pas d'indication, mais on voit quelles notes elles désignent, puisque chacune prend le même nom que la note la plus proche : par exemple, la flèche la plus proche de la note *ré*, sera le *ré* de la gamme du tempéramment égal, et ainsi des autres.

Cette construction effectuée, on peut immédiatement se rendre compte des différences entre la gamme exacte, la gamme tempérée de l'orchestre et la gamme du tempérament égal, dans tous les tons et dans tous les modes.

Choisissons d'abord le cas le plus simple, c'est-à-dire la gamme d'*ut* majeur.

Comme il s'agit ici, non d'une transposition, mais d'une formation de gamme, on n'a besoin que des cercles N° 1 et N° 2.

On fait coïncider la note *ut* du cercle N° 1 avec la division (1, mode majeur) du cercle N° 2, puis on porte les regards sur les

divisions 1, 10/9, 5/4, etc. de ce dernier cercle, et l'on voit aussitôt sur le cercle N° 1, le plus ou moins de différences que présentent les notes des trois gammes.

Pour évaluer ces différences en dixièmes de comma, il suffit de compter sur l'échelle divisée en commas et dixièmes de commas, du cercle N° 2, le nombre de traits qui sépare le son marqué sur le cercle N° 1, de la division tracée sur le cercle N° 2, qui correspond au son exact. On trouve ainsi :

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode majeur.*

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$

Cercle N° 1. — *Gamme d'*ut *majeur.*

Gamme exacte..	*ut*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*
Temp. de l'orch.	*ut*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*	*si*
Temp. égal	*ut*	*ré* + 0°,8	*mi* + 0°,6	*fa* + 0°,1	*sol* - 0°,1	*la* + 0°,7	*si* +

Dans cet exemple, le nombre placé à côté du nom d'une note exprime en commas la différence entre la note exacte et la note tempérée. Le signe + entre une note et un nombre, indique que la note exécutée est trop aiguë de la quantité marquée par le

chiffre; le signe — indique que la note produite est trop grave. La même notation a été adoptée pour tous les exemples qui suivent.

Dans le cas actuel, la gamme du tempérament égal ou du piano diffère seule de la gamme exacte : le *ré* est trop aigu d'environ 0°,8, le *la* de 0,7, le *mi* de 0,6, le *fa* de 0,1, tandis que le *sol* est trop grave de 0,1. Il est à remarquer que l'accord est satisfaisant pour la quarte et la quinte, car ces intervalles diffèrent très-peu des intervalles exacts.

On peut conclure de la constitution même de la gamme du tempéramment égal, que les erreurs sont les mêmes dans tous les tons pour des notes de même rang. En effet, comme l'intervalle d'octave, c'est-à-dire le cercle entier, est divisé en douze demi-tons égaux ou douze parties égales, chaque fois que l'on fera tourner le cercle N° 1, d'un douzième de circonférence par rapport au cercle N° 2, on retombera sur les mêmes coïncidences. Ainsi, dans toutes les gammes majeures du tempérament égal, la seconde sera trop aiguë de 0,8, la sixte de 0,7, la tierce de 0,6, la septième de 0,5, la quarte de 0,1. On en verra la vérification dans les exemples qui suivent.

Supposons maintenant qu'entre les notes consécutives de la gamme diatonique d'*ut* majeur, on intercale un dièse et un bémol, et cherchons les erreurs produites par les instruments à sons fixes.

Tout étant disposé comme précédemment, on lit :

CERCLE N° 1.						CERCLE N° 2.	
Gamme exacte.		Tempérament de l'orchestre.		Tempérament égal ou piano.		Gamme type du mode majeur	
ut	....	*ut*	.....	... *ut* ...	....	1	
	ut#	....	*ut*# + 1com.	....	*ut*# + 1,4	.....	#
	ré$_b$	....	*ré*$_b$ — 1	....	*ré*$_b$ — 0,6	.....	♭
ré	....	*ré*	....	*ré* + 0,8	....	... $\frac{10}{9}$	
	ré#	....	*ré*# + 0,5	....	*ré*# + 1,2	.....	#
	mi$_b$	....	*mi*$_b$ — 0,5	....	*mi*$_b$ — 0,3	.....	♭
mi	...	*mi*	. .....	*mi* + 0,6	....	... $\frac{5}{4}$	
fa	....	*fa*	.....	*fa* + 0,1	....	... $\frac{4}{3}$	
	fa#	....	*fa*# + 0,5	....	*fa*# + 0,5	.....	#
	sol$_b$	....	*sol*$_b$ — 0,5	....	*sol*$_b$ — 0,5	.....	♭
sol	....	*sol*	.....	*sol* — 0,1	....	... $\frac{3}{2}$	
	sol#	....	*sol*# + 1	....	*sol*# + 1,3	.....	#
	la$_b$	....	*la*$_b$ — 1	.. ..	*la*$_b$ — 0,6	.....	♭
la	....	*la*	.....	*la* + 0,7	.....	... $\frac{5}{3}$	
	la#	....	*la*# + 0,5	..... .	*la*# + 1,1	.....	#
	si$_b$	....	*si*$_b$ — 0,5	....	*si*$_b$ — 0,2	.....	♭
si	....	*si*	.....	*si* + 0.6	....	... $\frac{15}{8}$	

Dans la gamme tempérée de l'orchestre, les notes diésées sont toutes trop aiguës, les unes d'environ 1 comma, les autres d'environ 0c,5, et les notes bémolisées correspondantes, toutes trop graves des mêmes quantités.

Dans la gamme du tempérament égal, les erreurs peuvent être beaucoup plus considérables, ainsi pour *ut*#, la différence est d'environ 1c,4; pour *sol*#, elle est de 1,3; pour *ré*# de 1,2, etc.

Autre exemple : Déterminer les erreurs que produisent les instruments à sons fixes en exécutant la gamme de *mi* majeur.

Le *mi* du cercle N° 1 étant placé vis-à-vis de la division (1, mode majeur) du cercle N° 2, on trouve :

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode majeur*

1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$

Cercle N° 2. — *Gamme de* mi *majeur.*

ne exacte..	*mi*	*fa*c#	*sol*#	*la*	*si*	*ut*#	*ré*#
. de l'orch.	*mi*	*fa*c#+1,5	*sol*#+1	*la*	*si*	*ut*#+1	*ré*#+0,5
. égal.	*mi*+0,6	*fa*c#+1,5	*sol*#+1,3	*la*+0,7	*si*+0,5	*ut*#+1,4	*ré*#+1,2

On voit par là, qu'un instrument accordé suivant le tempérament de l'orchestre ne donne avec exactitude que la quarte et la quinte, *la* et *si*, dans la gamme de *mi*; que les autres notes sont plus ou moins altérées; que pour la seconde, l'erreur est considérable, puisqu'elle atteint 1,5 en trop; que pour la tierce et la sixte, elle est encore de près d'un comma, et qu'enfin, pour la septième, elle est d'environ 0,5.

La gamme du tempérament égal donne lieu à des remar-

ques analogues. Si un piano accordé d'après le tempérament égal exécute la gamme de *mi* en même temps qu'un instrument à tempérament de l'orchestre, les toniques ne seront pas les mêmes pour les deux instruments; elles différeront de $0^c,6$, car le *mi* du piano est plus aigu de 0,6. Les deux instruments donneront pour seconde le même son, mais trop élevé de $1^c,5$. Les autres notes du piano seront toutes plus aiguës que celles de l'autre instrument; ainsi pour la tierce, la différence sera de 0,3; pour la quarte, de 0,7; pour la quinte, de 0,6; pour la sixte, de 0,4; enfin, pour la septième, de 0,7.

Si le piano jouait seul la gamme de *mi* majeur, la gamme serait meilleure que celle qu'exécuterait dans les mêmes conditions un instrument à tempérament de l'orchestre.

En effet, la tonique produite par le piano étant non pas *mi*, mais *mi* + 0,6, on peut retrancher $0^c,6$ à chacune des notes de la gamme :

mi + 0,6 $fa_c^{\#}$ + 1,5 $sol^{\#}$ + 1,3 *la* + 0,7 *si* + 0,5 $ut^{\#}$ + 1,4 $ré^{\#}$ + 1,3

et l'on obtient alors :

mi $fa_c^{\#}$ + 0,8 $sol^{\#}$ + 0,6 *la* + 0,1 *si* — 0,1 $ut^{\#}$ + 0.7 $ré^{\#}$ + 0,5

Au lieu de faire le calcul, on aurait pu obtenir ces nombres en amenant la flèche *mi* du cercle N° 1, en face de la division (1, mode majeur) du cercle N° 2, et en évaluant à l'aide de l'échelle graduée, les différences entre les divisions de ce dernier cercle et les flèches du cercle N° 1.

Cet exemple est une vérification de ce qui a été dit plus haut; à savoir, que dans le tempérament égal, les erreurs sont les mêmes dans tous les tons.

AUTRE EXEMPLE.. — Gamme de *ré* majeur ?

Cercle N° 2 — *Gamme type du mode majeur.*

$$1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8}$$

Cercle N° 1. — *Gamme de* ré *majeur.*

ie exacte..	*ré*	*mi*$_c$	*fa*$_c^\#$	*sol*$_c$	*la*	*si*$_c$	*ut*$^\#$
. de l'orch.	*ré*	*mi*$_c^\#$+1	*fa*$_c^\#$+1,5	*sol*$_c$+1	*la*	*si*$_c$+1	*ut*$^\#$
. égal.....	*ré*+0,8	*mi*$_c$+1,6	*fa*$_c^\#$+1,5	*sol*$_c$+0,9	*la*+0,7	*si*$_c$+1,5	*ut*$^\#$+1,4

AUTRE EXEMPLE. — Gamme de *sol* majeur ?

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode majeur.*

$$1 \qquad \frac{10}{9} \qquad \frac{5}{4} \qquad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \qquad \frac{5}{3} \qquad \frac{15}{8}$$

Cercle N° 1. — *Gamme de* sol *majeur.*

ie exacte..	*sol*	*la*	*si*	*ut*	*ré*^{c}	*mi*	*fa*$^\#$
. de l'orch.	*sol*	*la*	*si*	*ut*	*ré*^{c} — 1	*mi*	*fa*$^\#$+0,5
. égal.....	*sol* — 0,1	*la*+0,7	*si*+0,5	*ut*	*ré*^{c} — 0.2	*mi*+0,6	*fa*$^\#$+0,5

Pour le mode mineur, la règle est la même, seulement la tonique de la gamme doit être amenée en coïncidence, avec la division (5/3, mode mineur) du cercle N° 2.

EXEMPLE. — Gamme de *ré* mineur ?

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode mineur.*

$$\frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 1 \quad \frac{10}{9} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2}$$

Cercle N° 1. — *Gamme de* ré *mineur*.

Gamme exacte..	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*$_\sharp$	*la*	*si*$_\flat$
Temp. de l'orch.	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*$_\sharp$ + 1	*la*	*si*$_\flat$ — 0,5
Temp. égal.....	*ré* + 0,8	*mi* + 0,6	*fa* + 0,1	*sol*$_\sharp$ + 0,9	*la* + 0,7	*si*$_\flat$ + 0,2

AUTRE EXEMPLE. — Gamme de *fa* mineur ?

Cercle N° 2. — *Gamme type du mode mineur*.

$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$

Cercle N° 1. — *Gamme de* fa *mineur*.

Gamme exacte..	*fa*	*sol*	*la*$_\flat$	*si*$_\flat$	*ut*	*ré*$_\flat$	*mi*$^\flat_\flat$
Temp. de l'orch.	*fa*	*sol*	*la*$_\flat$ — 1	*si*$_\flat$ — 0,5	*ut*	*ré*$_\flat$ — 1	*mi*$^\flat_\flat$ —
Temp. égal	*fa* + 0,1	*sol* — 0,1	*la*$_\flat$ — 0,6	*si*$_\flat$ + 0,2	*ut*	*ré*$_\flat$ — 0,5	*mi*$^\flat_\flat$ —

J'ai dit plus haut que le cercle N° 3, renferme comme le cercle N° 1, la gamme tempérée de l'orchestre et la gamme du tempérament égal. Dans les exemples qui viennent d'être cités, il n'a été question que de la formation des gammes à tempérament de l'orchestre et à tempérament égal, et nous n'avons eu besoin que des cercles N° 1 et N° 2. Si l'on voulait passer à la transposition de ces gammes, et voir les différences qui résultent pour un même tempérament, du passage d'un ton dans un autre, on opérerait comme pour la transposition des gammes exactes, c'est-à-dire qu'on se servirait des cercles N° 1 et N° 3.

Je n'entre dans aucun détail à ce sujet, car la manœuvre du cercle N° 3, est identique à celle du cercle N° 1 dont je viens de traiter.

DEUXIÈME PARTIE.

§ 1. Passons d'abord rapidement en revue les conventions sur lesquelles repose le système d'écriture musicale.

Pour chaque note d'un morceau de musique, il y a deux choses à exprimer :

1° Le temps que doit durer la note; 2° le son plus ou moins grave ou aigu que doit représenter cette note.

De là, la nécessité de deux espèces de signes indiquant, les uns les durées, les autres les sons à produire.

Les signes de durée ne variant pas dans la transposition, nous n'avons pas à nous en occuper ici; nous mentionnerons cependant le plus simple de ces signes, *O*, qu'on appelle une ronde, et dont la durée conventionnelle est prise pour unité de temps.

La gravité ou l'acuité d'une note est exprimée en musique par la position relative du signe de sa durée, sur un ensemble de lignes parallèles équidistantes assez rapprochées les unes des autres, ou dans les interlignes ou espaces qu'elles laissent entre elles. Sur cette espèce d'échelle, une note est d'autant plus grave ou aiguë qu'elle se rapproche ou s'écarte plus en montant, de la première ligne ou du premier échelon.

Supposons qu'on ait la série naturelle des notes, *ut*, *ré*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*, 2 *ut*, 2 *ré*, 2 *mi*, 2 *sol*, 2 *la*, 2 *si*, 3 *ut*, 3 *ré*, 3 *mi*, ayant toutes pour même durée une ronde. Si l'on veut représenter par ce moyen toutes ces notes, il est évident qu'il suffira de placer l'*ut* le plus grave ou le signe *O* au-dessous de la première ligne, puis le *ré* sur la première ligne, le *mi* dans l'interligne suivant, le *fa* sur la seconde ligne, le *sol* dans l'es-

pacé au-dessus, le *la* sur la troisième ligne... et de continuer de même jusqu'à la dernière note. On aura alors, ainsi que le représente la *figure* 6, *planche II*, un dessin dans lequel il sera facile de reconnaître chacune des notes, à la condition toutefois de savoir que la première en bas est *ut*.

Cet ensemble des lignes parallèles a reçu le nom de *portée*.

Si, dans la *portée*, on passe d'une note quelconque à celle qui la suit ou la précède dans l'ordre diatonique, on dit qu'on s'est élevé ou abaissé d'un intervalle ou *degré diatonique*. Le mot *degré diatonique* pourra donc s'appliquer à chacun des intervalles successifs d'une gamme quelconque, quelle que soit du reste la valeur absolue de chacun des intervalles pris en particulier. Par suite, le nombre de degrés diatoniques entre deux notes quelconques d'une même gamme, sera le nombre d'intervalles diatoniques successifs qui séparent les deux notes dans la gamme considérée.

Prenons pour exemple la note *fa* qui dans la portée (*figure* 6, *pl. II*), se trouve sur la seconde ligne, on dira : de *fa* à *sol*, de *fa* à *mi*, il y a un degré diatonique, de *fa* à *la*, de *fa* à *ré*, il y a deux degrés diatoniques, de *fa* à *si*, de *fa* à *ut*, il y en a trois, etc.

§ 2. La *portée*, pour répondre à tous les besoins du chant, doit nécessairement être assez étendue pour comprendre tous les sons que peuvent produire les différentes voix d'hommes et de femmes. Or, la note la plus grave des basses tailles est en général, *fa* 174 oscillations par seconde, et la note la plus aiguë des sopranos, *si* 1957,50 oscillations.

L'intervalle entre ces deux sons extrêmes est d'environ trois octaves et demie ou vingt-quatre degrés diatoniques.

La portée générale des voix humaines devra donc se composer de douze lignes, ainsi que le représente la *figure* 8, *planche III*.

Dans l'espace au-dessous de la première ligne, se placera la

note *fa* 174 oscillations ; et dans l'espace au-dessus de la douzième ligne, se trouvera la note *si* 1957,50 oscillations.

Les voix les plus graves chanteront sur les premières lignes de la portée générale ; les voix les plus aiguës sur les dernières, et enfin les voix intermédiaires se serviront, suivant leur gravité ou leur acuité, des différentes lignes comprises entre les lignes extrêmes.

Mais pour la voix d'une même personne, la portée générale de douze lignes est beaucoup trop étendue. En effet, chaque voix humaine n'embrasse en moyenne qu'une octave et demie, de façon qu'une *portée particulière* de cinq lignes est suffisante. Suivant que la voix de la personne sera plus grave ou plus aiguë, les cinq lignes successives de la portée particulière devront être prises à des hauteurs différentes dans la portée générale.

Il est évident par là, que si l'on divise la portée générale en autant de portées particulières de cinq lignes, que son nombre de lignes le permet, on aura toutes les portées particulières sur lesquelles peuvent chanter toutes les voix humaines.

En effectuant sur la *figure* 8, *planche III*, cette division, on voit que la portée générale contient huit portées particulières, A chaque portée sur la *figure* 8, se trouve un chiffre qui indique son numéro d'ordre, ainsi la première portée présente le chiffre 1, la deuxième 2 et ainsi de suite.

La connaissance du numéro d'ordre d'une portée suffirait déjà pour lire la musique écrite sur elle ; mais on a préféré employer un autre moyen.

Observons d'abord que la première ligne de chacune des sept premières portées présente une note différente, et que la huitième portée est la répétition de la première. On conçoit facilement qu'il doit en être ainsi, car la gamme se compose de sept notes différentes, de telle sorte que, partant de la note *sol* de la première ligne de la portée générale et montant aux lignes successives, on rencontre les notes *sol*, *si*, *ré*, *fa*, *la*, *ut*, *mi*, *sol*, qui se succèdent de deux en deux degrés diatoniques.

Chacune des sept premières portées commençant par une note différente, toutes les notes de même rang dans ces sept portées sont aussi différentes.

§ 3. Cela posé, arrivons au moyen employé pour spécialiser une portée particulière quelconque.

Une même ligne (excepté la première et la dernière) de la portée générale appartenant à plusieurs portées particulières, peut servir à distinguer les portées particulières dont elle fait partie ; en effet il suffirait pour cela d'inscrire sur cette ligne dans chaque portée particulière, le nom de la note qui lui correspond dans la portée générale. Mais une seule ligne de la portée générale serait insuffisante pour désigner les huit portées particulières, car aucune de ses lignes n'entre à la fois dans les huit portées particulières.

Deux lignes convenablement choisies sur la portée générale suffiraient déjà, l'une servant à déterminer les premières portées, l'autre les portées supérieures ; ainsi, par exemple, la quatrième ligne de la portée générale, sur laquelle on écrirait le mot *fa*, permettrait de déterminer les quatre premières portées ; tandis qu'on pourrait déterminer les quatre dernières, par le mot *sol* inscrit dans chaque portée, sur la ligne correspondante à la huitième ligne de la portée générale.

Le choix et le nombre des lignes à fixer dans la portée générale étant plus ou moins arbitraires, on a jugé convenable, pour la commodité de la pratique, d'en choisir trois ; ces lignes sont, *fa* quatrième ligne, *ut* sixième ligne, et *sol* huitième ligne, qui se succèdent de quinte en quinte.

La ligne *fa* quatrième ligne de l'échelle générale, sert à déterminer la première et la deuxième portées. Au lieu d'écrire sur cette ligne, dans les deux portées particulières, le mot *fa*, on est convenu de mettre le signe 𝄢 qui a la même signification.

Pour distinguer les quatre portées suivantes, on fait usage de la ligne *ut* sixième ligne, sur laquelle on place le signe .

Enfin, la septième et la huitième portées sont caractérisées par le signe 𝄞 placé dans chacune de ces portées sur la ligne correspondante à *sol*.

On voit par là que, quoique la huitième portée soit la même que la première, ces deux portées ne peuvent pas être confondues, car leur signe indicatif n'est pas le même; la première portant le signe 𝄢 sur sa quatrième ligne, et la huitième le signe 𝄞 sur sa première ligne.

Ces trois signes 𝄞, 𝄢, , portent le nom de *clefs*.

Il y a donc, deux clefs de *fa*, quatre clefs d'*ut* et deux clefs de *sol*.

On a ainsi en résumé, dans la portée générale :

Clef de *fa*	4e	ligne,	1re	portée.
—	3e	—	2e	—
Clef d'*ut*	4e	—	3e	—
—	3e	—	4e	—
—	2e	—	5e	—
—	1re	—	6e	—
Clef de *sol*	2e	—	7e	—
—	1re	—	8e	—

§ 4. La clef s'écrit toujours au commencement de la portée dans un morceau de musique. On détermine ensuite, à l'aide de mon cadran musical ou de toute autre manière, la constitution de la gamme qu'on veut employer. Si la gamme renferme des

notes diésées ou bémolisées, on inscrit à la suite de la clef les signes indicatifs # ou ♭, sur les lignes ou dans les espaces que doivent occuper les notes altérées. Ces signes une fois placés à la clef ne se répètent plus dans l'intérieur du morceau, car on est convenu, pour abréger l'écriture musicale, de regarder toutes les notes d'une même ligne ou d'un même espace, comme affectées du signe placé à la clef sur cette ligne ou cet espace.

L'ensemble de ces signes forme ce que l'on appelle l'*armure de la clef.*

Quant aux commas qui affectent souvent certaines notes, on ne les signale pas dans l'écriture musicale.

Si, dans le courant d'un morceau, on veut ramener à l'état naturel une note diésée ou bémolisée à la clef, il suffit de faire précéder cette note du signe ♮ nommé *bécarre*; si, au contraire, une note naturelle doit être accidentellement diésée ou bémolisée, on met avant elle le signe indicatif du *dièse* # ou du *bémol* ♭; ces signes sont alors dits *signes accidentels*, et les notes, *notes accidentelles.*

De ces conventions il résulte qu'une même note, qu'elle soit à l'état naturel ou affectée d'un dièse ou d'un bémol, occupe toujours la même place dans la portée.

§ 5. Revenons à la portée générale. Nous avons vu que la portée générale suffit à tous les besoins du chant, car elle renferme toutes les voix humaines; les basses tailles chantent sur les clefs de *fa*, les sopranos sur les clefs de *sol*, et enfin, pour les voix intermédiaires qui occupent le médium comme les ténors, les clefs d'*ut* sont les plus avantageuses.

Pour tous les instruments qui se trouvent compris dans les limites de la voix humaine, la portée générale de douze lignes est encore suffisante; il n'y a qu'à choisir, pour chaque instrument, la portée particulière ou la clef qui lui convient le mieux. Mais il est des instruments dont les notes dépassent, soit en gravité, soit en acuité, l'échelle générale. On n'a pas cepen-

dant jugé nécessaire d'ajouter de nouvelles portées ou de nouvelles clefs ; les notes qui dépassent la portée sont écrites sur de courtes lignes supplémentaires (ou dans leurs espaces) tracées au-dessus ou au-dessous de la portée, suivant que les notes à exécuter sont plus aiguës ou plus graves que celles de la portée. Quand ces notes s'écartent des lignes extrêmes de la portée de plus d'une octave, on les écrit sur la portée en ayant soin de les faire précéder du chiffre 2, qui indique que ces notes doivent être exécutées deux octaves plus haut ou plus bas. Pour certains instruments, comme le piano, l'orgue, où l'étendue des sons peut être de six et même sept octaves et plus, on se sert à la fois de la clef de *fa* quatrième ligne et de la clef de *sol* deuxième ligne ; les notes qui n'entrent pas dans ces deux portées sont placées sur des lignes supplémentaires.

Pour un même morceau le choix de la clef n'est pas indifférent ; il faut, en général, choisir la clef de façon que les notes se trouvent placées symétriquement, par rapport à la ligne médiane de la portée. On a ainsi le moins de lignes supplémentaires possible.

§ 6. Après avoir passé en revue les principes sur lesquels repose le mécanisme des clefs, arrivons à leur application dans la transposition.

Toutes les questions relatives aux clefs se résolvent avec facilité en ayant sous les yeux la *figure* 8, *planche III ;* aussi mon cadran transpositeur sera-t-il propre à résoudre toutes les difficultés de ce genre, en lui ajoutant cette figure. Cependant, pour plus de simplicité et pour empêcher toute confusion, j'ai cru devoir modifier la *figure* 8, *planche III*, ainsi que le représente la *figure* 9, *planche III.*

Les portées qui reçoivent la clef de *fa* sont représentées par des arcs de cercle, et il en est de même de celles de la clef de *sol* ; seulement, pour ces dernières, la concavité est tournée en sens inverse des premières.

Quant aux portées qui sont affectées de la clef d'*ut*, elles sont marquées par des lignes droites, ce qui ne permet pas de les confondre avec les autres.

Cette disposition de la figure 9, a l'avantage de faire connaître d'un coup-d'œil la clef que doit recevoir une portée particulière quelconque, le numéro de la ligne de la portée sur laquelle doit se placer la clef, et le numéro de la portée dans l'échelle générale.

En effet, si la ligne qui embrasse la portée est un arc de cercle en haut ou en bas de l'échelle générale, on a affaire à une clef de *fa* ou à une clef de *sol;* si la ligne est droite c'est d'une clef d'*ut* qu'il s'agit.

Le numéro de la ligne de la clef dans la portée est très-facile à déterminer, car on peut remarquer sur la *figure* 9 que, en allant de gauche à droite, les portées particulières pour une même clef sont rangées suivant le numéro de la ligne sur laquelle se place la clef; ainsi on a, en allant de gauche à droite :

Clefs de *fa* 3e et 4e lignes.
Clefs d'*ut* 1re, 2e, 3e et 4e lignes.
Clefs de *sol* 1re et 2e lignes.

Le numéro de la portée particulière dans l'échelle générale, s'obtient aisément, en comptant de droite à gauche en montant, le nombre de portées qu'on rencontre depuis la première jusqu'à la portée dont on veut connaître le numéro. Le chiffre trouvé est le numéro de la portée particulière dans l'échelle générale, car en montant de droite à gauche les portées sont ainsi rangées :

Clefs de *fa*, 1re et 2e portées.
Clefs d'*ut*, 3e, 4e, 5e et 6e portées.
Clefs de *sol*, 7e et 8e portées.

. l'on prend pour exemple la portée qui occupe le milieu

de l'échelle générale, on voit aussitôt que cette portée étant représentée par une ligne droite doit recevoir la clef d'*ut;* comme en comptant de gauche à droite elle est la troisième, on sait que c'est sur sa troisième ligne que doit se placer la clef; enfin, en comptant de droite à gauche en montant, on reconnaît qu'elle est la quatrième portée de l'échelle générale.

Autre exemple : Veut-on savoir à quelle portée de l'échelle générale correspond la clef de *sol*, deuxième ligne ? On jette les yeux sur les portées de la clef de *sol*, et l'on s'arrête à la seconde de gauche à droite, qui est la portée demandée ; partant alors de la première portée de l'échelle générale, on compte de droite à gauche les portées successives jusqu'à la portée cherchée. Le nombre sept obtenu indique qu'on a à faire à la septième portée de l'échelle générale.

Autre exemple : Quelle est la clef et la ligne de la clef de la cinquième portée ? On monte sur la portée générale de droite à gauche, jusqu'à la cinquième portée ; on voit alors que cette portée est la deuxième, de gauche à droite, des portées qui reçoivent la clef d'*ut*, c'est-à-dire qu'il s'agit de la portée, clef d'*ut* deuxième ligne.

§ 7. Les exemples précédents ayant suffisamment montré l'usage de la *figure* 9, voici comment je l'ai ajoutée à mon cadran musical.

La partie centrale du cercle N° 1 ne servant en rien à la formation des gammes, c'est sur elle que j'ai représenté la portée générale. Seulement une portée composée de droites parallèles serait très-incommode, puisque le cercle doit tourner sur lui-même et occuper différentes positions, suivant les cas. J'ai alors remplacé les douze lignes de la portée générale par douze circonférences concentriques équidistantes qui remplissent le même but. Trois de ces circonférences sont formées d'un trait plus gros, ce sont celles qui correspondent aux lignes sur lesquelles se placent les clefs, c'est-à-dire la quatrième, la sixième et la huitième.

La portée générale, sur le cercle N° 1, est traversée par sept rayons qui, à leur extrémité, portent les noms des sept notes de la gamme naturelle. Sur chaque rayon, dans la portée générale, j'ai représenté par le signe de la ronde, les positions des notes de même nom que celle inscrite à son extrémité.

Près de chaque rayon, j'ai disposé symétriquement les lignes droites et les arcs de cercle qui indiquent les huit portées particulières comme dans la figure 9.

Enfin, sur chaque circonférence grossie et dans l'intervalle des rayons, j'ai inscrit le signe de la clef qui convient à cette circonférence; c'est-à-dire le signe 𝄢 sur la plus centrale, le signe 𝄡 sur la seconde, et le signe 𝄞 sur la plus extérieure.

Les sept rayons suffisent pour tous les cas, car nous avons vu plus haut que toute note, qu'elle soit naturelle, diésée ou bémolisée, occupe la même place dans la portée.

Ainsi disposé, le cercle N° 1 peut servir à résoudre toutes les difficultés que présente le maniement des clefs dans la transposition.

§ 8. Jusqu'ici nous avons considéré le mot *transposition* comme désignant uniquement un changement de ton; mais en musique ce mot a un sens plus étendu; on l'emploie aussi pour indiquer un changement de clef, que celui-ci soit ou non accompagné d'un changement de ton.

On voit donc que le même mot sert à nommer trois choses distinctes : 1° changement de clef; 2° changement de ton; 3° changement simultané de ton et de clef.

Toute amphibologie disparaîtrait si l'on désignait par le mot *transcription* la première opération; par le mot *transposition* la

seconde; enfin, la réunion des deux opérations précédentes s'indiquerait par les mots *transcription et transposition;* ainsi l'on dirait *transcrire* un morceau d'une clef sur une autre, et *transposer* d'un ton dans un autre.

Quoi qu'il en soit, pour me conformer au langage usité, j'emploierai toujours dans ce qui suit, le mot *transposition*, quel que soit celui des trois cas qui nous occupe.

Dans la pratique de la musique, les problêmes relatifs à la transposition peuvent se présenter sous deux aspects différents; en effet, on peut avoir à effectuer, soit une *transposition écrite*, soit une *transposition à vue.*

Nous allons d'abord considérer la transposition écrite; puis nous en viendrons à la transposition à vue.

TRANSPOSITION ÉCRITE.

Dans la transposition écrite, on se propose de copier un morceau de musique, en changeant, soit la clef, soit le ton, soit même tous les deux à la fois.

Le changement de clef seul, est généralement provoqué par la facilité ou l'habitude qu'ont beaucoup de musiciens de lire plutôt sur une clef que sur toute autre.

Le changement de ton seul, s'effectue souvent pour permettre à une voix ou à un instrument d'exécuter un air qui n'est pas écrit dans les limites des sons qu'il peut produire; dans ce cas on transpose le morceau, soit en montant, soit en descendant, d'un intervalle tel que l'exécution devienne possible.

On a recours aussi au changement de ton, pour diminuer à volonté la difficulté qui naît pour les instrumentistes, d'une armure trop chargée de dièses ou de bémols.

Enfin, le changement de ton et de clef à la fois, provient de la réunion des causes qui viennent d'être énumérées.

Pour arriver à résoudre toutes les difficultés de la transposition écrite, nous suivrons la marche méthodique suivante : nous examinerons d'abord le cas où la clef seule change, nous passerons ensuite au changement de ton seul, et enfin, nous considérerons le changement simultané d'armure et de clef.

La règle générale pour transposer un morceau d'une clef sur une autre, sans changement de ton, se déduit des observations suivantes :

Les portées particulières consécutives dans la portée générale se succèdent de deux en deux degrés diatoniques ; par conséquent, une même note qu'on suppose faire partie de deux portées successives, présente un déplacement relatif de deux degrés, suivant qu'on la considère dans une portée ou dans l'autre.

Ce déplacement de deux degrés pour la même note a lieu en descendant, quand on monte de la portée dont le numéro d'ordre est le plus bas, à celle qui la suit ; quand, au contraire, on descend de la portée dont le numéro est le plus élevé à celle qui la précède, le déplacement se fait en montant.

Si, au lieu de considérer la même note comme appartenant à deux portées successives, on la suppose faire partie de deux portées quelconques, ce qui vient d'être dit peut lui être appliqué, avec cette seule modification, que le déplacement doit comprendre autant de fois deux degrés, qu'il y a de portées dans l'échelle générale, de la première portée considérée à la seconde.

§ 10. De ces observations on peut tirer, pour le cercle N° 1, la règle suivante : On cherche le nom de la tonique du morceau sur le pourtour du cercle N° 1, puis on descend sur le rayon ainsi déterminé jusqu'à la clef sur laquelle le morceau est écrit ; on jette alors les yeux sur la nouvelle portée, et l'on détermine son numéro d'ordre *par rapport à la précédente.* Le déplacement est alors d'autant de fois deux degrés que le numéro trouvé ren-

ferme d'unités. Si la nouvelle portée se trouve dans l'échelle générale au-dessus de la portée primitive du morceau, le déplacement a lieu en descendant; dans le cas contraire, on effectue le déplacement en montant.

Je rappellerai ici que près de chaque rayon du cercle N° 1, les huit portées sont rangées d'après leur numéro d'ordre, de droite à gauche en montant, ou de gauche à droite en descendant.

La règle qui précède peut s'appliquer aussi bien à toute autre note du morceau qu'à la tonique; il n'y a simplement qu'à remplacer le mot tonique par le nom de la note choisie à volonté.

Le déplacement, soit en montant soit en descendant, étant trouvé pour la tonique ou une autre note quelconque, il suffit, pour transposer le morceau, de le copier en faisant subir le même déplacement à chaque note.

Il est évident que l'armure doit se déplacer sur la portée de la même quantité que les notes du morceau.

1er Exemple. Un morceau est en *ut* majeur, clef d'*ut* première ligne, on veut le transposer, sans changer de ton, sur la clef de *sol* deuxième ligne.

Les yeux fixés sur le rayon marqué *ut* du cercle N° 1, on cherche sur ce rayon les clefs d'*ut* première ligne et de *sol* deuxième ligne; on voit alors que la clef de *sol* deuxième ligne est la première en montant à partir de la clef d'*ut* première ligne; on en concluera que toutes les notes du morceau devront être copiées en les descendant de deux rangs sur la portée, pour appartenir à la clef de *sol* deuxième ligne.

2e Exemple. Un morceau est en *ut* majeur, clef d'*ut* troisième ligne, on veut le transposer, sans changer de ton, sur la clef de *fa* quatrième ligne.

Les clefs d'*ut* troisième ligne et *fa* quatrième ligne étant trouvées sur le rayon *ut*, on voit que la portée de la clef de *fa* quatrième ligne est la troisième en descendant à partir de celle de la clef

d'*ut* troisième ligne; c'est-à-dire que les notes de même nom, sont de six degrés plus élevées dans la clef de *fa* que dans la clef d'*ut* dont il s'agit. On copiera donc le morceau sur la nouvelle clef, en élevant chaque note de six rangs sur la portée.

Dans ce cas la tonique étant placée sur la première ligne supplémentaire au-dessus de la portée, il arrivera souvent que la plupart des notes du morceau seront aussi hors de la portée, ce qui en rendra la lecture plus difficile; mais on pourra les faire rentrer dans la portée en transposant le morceau en descendant d'une octave, ce qui n'amène aucun changement de ton. Il suffira pour cela de remarquer que la tonique *ut*, placée sur la troisième ligne de la clef d'*ut* troisième ligne, a son octave grave sur le deuxième espace de la clef de *fa* quatrième ligne, c'est-à-dire à un degré plus bas que la troisième ligne de cette portée. Il n'y aura donc qu'à commencer le morceau par la clef de *fa* quatrième ligne, et copier chaque note du morceau en la descendant d'un rang.

3e Exemple. On a un morceau en *la* majeur, clef d'*ut* quatrième ligne, à transposer sur la clef d'*ut* troisième ligne.

Le long du rayon *la* on cherche les deux clefs en question. On remarque alors que la clef d'*ut* troisième ligne est la première en montant après la clef d'*ut* quatrième ligne. La tonique *la* doit par conséquent être descendue de deux degrés dans la nouvelle portée, et il en est de même pour les autres notes et pour l'armure.

On commencera donc le morceau par la clef d'*ut* troisième ligne, et l'on copiera les trois dièses de l'armure et les notes du morceau en les descendant de deux degrés.

4e Exemple. Un morceau est en *sol* mineur, clef d'*ut* deuxième ligne, il s'agit de le transposer sur la clef de *sol* deuxième ligne.

On voit sur le rayon *sol* du cercle N° 1, que la clef de *sol* deuxième ligne est la seconde en montant, à partir de la clef d'*ut* deuxième ligne.

On copiera donc le morceau sur la clef de *sol* deuxième ligne, en descendant de quatre degrés les deux bémols de l'armure et toutes les notes.

5e Exemple. On veut transposer de la clef d'*ut* deuxième ligne, sur la clef de *sol* deuxième ligne, un morceau en *sol*# mineur.

La marche à suivre est la même que dans l'exemple précédent, car on a vu que toute note, soit naturelle, soit diésée, soit bémolisée, occupe le même rang sur la portée.

On écrira donc au commencement de la portée la clef de *sol* sur la deuxième ligne, et l'on descendra les cinq dièses de l'armure et toutes les notes du morceau de quatre degrés.

6e Exemple. Un morceau est sur la clef d'*ut* première ligne, on veut le transposer sur la clef d'*ut* troisième ligne.

La tonique du morceau n'étant pas connue, on choisit à volonté un des rayons du cercle N° 1, et le long de ce rayon on jette les yeux sur les deux clefs désignées. La clef d'*ut* troisième ligne étant la deuxième en descendant à partir de la clef d'*ut* première ligne, on en concluera qu'en copiant le morceau sur la clef d'*ut* troisième ligne, il faudra élever de quatre rangs sur la portée l'armure et toutes les notes.

§ 11. Passons maintenant au changement de ton sans changement de clef dans la transposition écrite.

Quand on transpose un morceau d'un ton dans un autre, sur une même clef, il y a trois questions à résoudre : 1° déterminer la nouvelle armure ; 2° interprêter les notes accidentelles s'il y en a ; 3° connaître le déplacement à faire subir sur la portée, aux différentes notes du morceau.

Les deux premières questions ayant été traitées aux §§ 36 et 40 de la première partie, je n'y reviendrai pas et j'arrive à la troisième question.

Quelle que soit la clef dont il s'agisse, la règle à suivre, est de déplacer sur la portée toutes les notes du morceau d'autant

de rangs que la nouvelle tonique diffère de degrés diatoniques de la tonique primitive. Si la transposition se fait en montant, le déplacemeut s'exécute en s'élevant sur la portée; si au contraire on baisse le morceau, le déplacement s'effectue en descendant. Le nombre de rangs du déplacement est indiqué par le nombre d'intervalles diatoniques compris entre les deux rayons du cercle N° 1, sur lesquels se trouvent inscrits les noms des deux toniques.

L'armure déterminée d'après le § 36 se met au commencement du morceau au lieu de l'armure primitive. Quant aux notes accidentelles, on les affecte dans l'intérieur du morceau des signes accidentels qui leur conviennent et qu'on a pu connaître d'après le § 40.

1er Exemple. Un morceau est en *ré* majeur, clef de *fa* quatrième ligne, on veut le transposer en *mi* en montant, tout en conservant la clef.

Les rayons *ré* et *mi* du cercle N° 1 comprenant entre eux un degré diatonique, on copiera le morceau en montant toutes les notes d'un rang sur la portée.

La nouvelle armure qu'on écrira à côté de la clef se composera de quatre dièses.

2e Exemple. Un morceau est en *fa*# majeur, clef d'*ut*, première ligne, on veut, pour la facilité de l'exécution, le transposer en descendant en *fa*.

Dans ce cas, aucune note ne doit être déplacée dans la transposition, car sur la portée, *fa*# occupe la même place que *fa*. L'armure seule change; on remplace à la clef, les six dièses du ton de *fa*# majeur, par un bémol que renferme le ton de *fa*.

3e Exemple. Transposer en montant en *ut* mineur, un morceau écrit en *mi* mineur, sur la clef de *sol* deuxième ligne.

Sur le cercle N° 1 entre les rayons *mi* et *ut*, en montant de *mi* à *ut*, on compte cinq intervalles diatoniques. Il faudra donc élever toutes les notes de cinq rangs en copiant le morceau.

L'armure de la clef dans le ton de *mi* mineur, ou un dièse, sera remplacée par celle du ton d'*ut* mineur, c'est-à-dire trois bémols.

4e Exemple. Transposer en descendant, un morceau du ton de *ré* majeur, clef de *sol* deuxième ligne, au ton de *la* majeur.

En descendant de *ré* à *la*, entre les rayons *ré* et *la* du cercle N° 1, on trouve trois intervalles diatoniques. Les notes du morceau devront donc être abaissées de trois rangs sur la portée, pour faire partie du ton nouveau. La nouvelle armure se composera de trois dièses.

§ 12. Pour terminer ce qui a rapport à la transposition écrite, il reste à examiner le changement simultané de ton et de clef,

Dans tous les cas où l'on a à la fois à changer le ton et la clef, on résout séparément la question relative au changement de ton et celle relative au changement de clef, d'après les règles données précédemment.

On commence d'abord par opérer la transposition de ton en supposant la clef fixe, puis on passe à la transposition de la clef en considérant le nouveau ton comme ne variant pas. La réunion de ces deux opérations donne la solution du problème proposé.

1er Exemple. Soit à transposer en montant, de *sol* majeur en *si* bémol majeur sur la clef de *sol* deuxième ligne, un air écrit sur la clef d'*ut* deuxième ligne.

On place les cercles N° 1, N° 2, N° 3, d'après la règle donnée § 36, et l'on détermine ainsi la nouvelle armure.

Sans toucher de nouveau aux cercles, on jette les yeux sur les rayons *sol* et *si* du cercle N° 1 et l'on voit qu'ils sont à deux degrés diatoniques l'un de l'autre; c'est-à-dire que si l'on ne changeait pas de clef, les notes du morceau devraient dans la transposition, être montées de deux rangs dans la portée.

Cela fait, le problème se réduit à celui-ci : on a un morceau en *si* bémol clef d'*ut* deuxième ligne, on demande de le transposer sur la clef de *sol* deuxième ligne sans changer de ton.

Les yeux fixés sur le rayon *si* du cercle N° 1, on remarque que la clef de *sol* deuxième ligne est la seconde portée en montant à partir de la clef d'*ut* deuxième ligne; ce qui veut dire que toutes les notes du morceau devraient être baissées de quatre degrés sur la portée nouvelle. Or, comme le changement de ton seul exige qu'on élève les notes de deux degrés sur la portée, tandis que le changement de clef demande qu'on abaisse ces mêmes notes de quatre degrés, il est évident que l'effet total de ces deux changements, entraînera un déplacement de deux degrés en descendant pour la portée définitive.

On commencera donc la nouvelle portée par la clef de *sol* deuxième ligne, armée de deux bémols, puis on copiera le morceau à transposer, en descendant chaque note de deux degrés.

2e Exemple. Un morceau est en *si* mineur sur la clef d'*ut* troisième ligne, on veut le transposer en montant en *mi* mineur, sur la clef d'*ut* quatrième ligne.

Comme du rayon *si* du cercle N° 1 au rayon *mi*, en montant de *si* à *mi*, il y a trois degrés diatoniques, il devrait y avoir une élévation de trois rangs pour chaque note sur la portée, dans le cas où l'on conserverait la même clef.

Si maintenant on veut remplacer la clef d'*ut* troisième ligne par la clef d'*ut* quatrième ligne, on voit sur le rayon *mi* que la clef d'*ut* quatrième ligne est la première en descendant à partir de la clef d'*ut* troisième ligne, ce qui indique une nouvelle élévation sur la portée de deux rangs. Chaque note devra donc être élevée de cinq rangs sur la portée nouvelle.

Ainsi on écrira d'abord la clef d'*ut* quatrième ligne armée du seul dièse constitutif du ton de *mi* mineur, puis l'on copiera les notes du morceau en les élevant de cinq rangs sur la portée.

3e Exemple. Vu déjà § 40.

Un morceau est en *ré* majeur, clef d'*ut* troisième ligne, on veut le transposer en descendant au ton de *mi* majeur sur la

clef de *fa* quatrième ligne. On suppose de plus que dans le courant du morceau, dans le ton primitif, toutes les notes sont accidentellement modifiées par un dièse, un bémol ou un bécarre.

En opérant d'abord comme au § 40, on voit que la nouvelle armure se compose de quatre dièses au lieu de deux, et que toutes les notes accidentelles conservent leur signe après la transposition, sauf les notes *mi*♭ et *si*♭, qu'il faut remplacer par *fa*♮ et *ut*♮.

Cela connu, le reste du problème se résout en jetant les yeux sur la partie centrale du cercle N° 1. Du rayon *ré* au rayon *mi* en descendant de *ré* à *mi*, on trouve six intervalles diatoniques; ce qui indiquerait un déplacement en descendant de six degrés sur la portée, si la clef ne changeait pas.

Mais sur le rayon *mi*, on remarque que la clef de *fa* quatrième ligne est la troisième en descendant à partir de la clef d'*ut* troisième ligne, ce qui nécessite un déplacement en montant de six degrés sur la portée.

De là il résulte que les deux effets se détruisent.

On copiera donc le morceau sans déplacer aucune note sur la portée nouvelle; seulement on commencera celle-ci par la clef de *fa* quatrième ligne armée de quatre dièses, et l'on remplacera le signe accidentel ♭ des notes *mi*♭ et *si*♭ par le signe ♮.

TRANSPOSITION A VUE.

La transposition à vue, ainsi que l'indique son nom, a pour objet de transposer mentalement sans copier le morceau. Elle diffère de la transposition écrite, en ce que les notes restent à leur place sur la portée, tandis qu'on modifie suivant les cas l'armure et la clef, pour conserver aux notes leur fixité.

Comme il peut arriver que par suite de la transposition à vue

l'on ait affaire à l'une quelconque des huit clefs, il est nécessaire de savoir lire la musique sur toutes les clefs.

Les modifications d'armure et de clef ne s'inscrivent pas au commencement du morceau, mais on les suppose effectuées.

La nouvelle armure ainsi que l'interprétation à donner aux notes critiques, si le morceau en renferme, se détermine comme dans la transposition écrite, à l'aide des cercles N° 1, N° 2, N° 3, d'après les §§ 36 et 40.

§ 14. Il reste donc à considérer la question des clefs.

La règle à suivre pour le choix de la clef, découle de quelques observations que nous avons déjà faites précédemment et que nous allons rappeler, en en tirant les déductions qui nous sont nécessaires.

On a vu que chacune des sept premières portées commence par une note différente, et que par conséquent, toutes les lignes ou espaces de même rang dans ces sept portées présentent aussi une note différente. On peut conclure de là, que si l'on donne une note quelconque et qu'on veuille astreindre cette note à occuper un rang déterminé dans la portée, il y aura toujours une des sept portées qui réalisera cette condition, et il n'y en aura qu'une seule. Comme il n'y a qu'une seule clef qui réponde à la question, on sera obligé d'employer la même clef, à quelque octave qu'appartienne la note considérée. Seulement, si la note placée sur la portée au rang qui lui a été assigné est trop grave ou trop aiguë d'une ou de plusieurs octaves, il faudra en tenir compte dans l'exécution.

La première et la huitième portées étant les mêmes, à cette seule différence près que les notes dans cette dernière sont deux octaves plus élevées que celles de même rang dans la première, on choisira la clef de *fa* quatrième ligne pour les morceaux à notes graves, et la clef de *sol* première ligne pour les morceaux à notes aiguës, quand dans la transposition à vue il s'agira d'employer l'une ou l'autre de ces deux clefs.

Par ce qui précède on voit que dans la transposition à vue il y a d'abord à déterminer la nouvelle clef, puis à rechercher dans quelle octave on doit exécuter le morceau.

§ 15. Le problème de la transposition à vue, relatif à la clef, peut toujours être ramené au suivant : Le ton, le mode et la clef d'un morceau étant connus, on demande quelle clef il faut choisir pour qu'en transposant le morceau dans un autre ton donné, la nouvelle tonique, ou son octave, ou sa double octave, soit grave, soit aiguë, occupe dans la nouvelle portée la même place que la tonique primitive dans la portée primitive.

Pour résoudre la question on peut toujours opérer ainsi qu'il suit :

On cherche sur le cercle N° 1, le rayon sur lequel est inscrit le nom de la tonique du morceau à transposer ; on descend sur ce rayon jusqu'à la clef du morceau, et l'on observe à quel rang la tonique se trouve sur cette portée. Cela fait, on se transporte au rayon de la nouvelle tonique, et sur ce rayon on cherche quelle est la portée dans laquelle cette nouvelle tonique occupe le même rang que la tonique primitive dans la portée primitive.

La portée ainsi déterminée est la portée demandée, et la clef qui convient à cette portée est celle qu'il faut supposer écrite au commencement du morceau.

Quant à la question de savoir si le morceau supposé écrit sur la nouvelle clef n'est pas trop grave ou trop aigu d'une ou de deux octaves, on la résout en déterminant sur le rayon de la nouvelle tonique, la place réelle que celle-ci occupe dans la portée générale, et l'on voit alors si c'est cette tonique, ou son octave, ou sa double octave, soit grave, soit aiguë, qui se trouve sur la nouvelle portée à la place qui lui a été assignée précédemment.

Appliquons cette règle à quelques exemples choisis dans les principaux cas qui peuvent se présenter. Dans ces exemples nous

adopterons l'ordre suivant : 1° transposer à vue d'un nombre pair de degrés diatoniques ; 2° transposer à vue d'un nombre impair de degrés diatoniques.

§ 16. 1° Transposer à vue d'un nombre pair de degrés diatoniques.

1er Exemple. Un morceau est en *sol* majeur clef d'*ut* première ligne ; on veut le transposer en montant de quatre degrés diatoniques, en *ré* majeur.

A l'aide des cercles N° 1, N° 2, N° 3, on trouve que la nouvelle armure est deux dièses au lieu d'un seul que renferme l'armure primitive.

Pour déterminer la nouvelle clef on jette d'abord les yeux sur le rayon *sol* du cercle N° 1, et l'on remarque que la tonique *sol* se trouve sur la troisième ligne de la clef d'*ut* première ligne. On passe alors au rayon *ré* de la nouvelle tonique et l'on cherche sur ce rayon, quelle est la clef qui porte la note *ré* sur sa troisième ligne ; on trouve deux clefs qui répondent à la question, ce sont la clef de *sol* première ligne et la clef de *fa* quatrième ligne. Comme la note qu'on doit exécuter comme tonique est le *ré* le plus aigu du rayon *ré*, on choisira la clef de *sol* première ligne, et alors les notes de la clef supposée écrite au commencement du morceau seront bien celles de l'exécution.

Ainsi donc, on supposera au commencement du morceau, la clef de *sol* première ligne armée de deux dièses et l'on exécutera le morceau tel qu'il est écrit.

2e Exemple. On a un morceau en *fa* mineur, clef d'*ut* deuxième ligne, on veut le transposer à vue en descendant, en *ré* mineur.

On détermine d'abord la nouvelle armure, qu'on trouve être un seul bémol au lieu de quatre.

Pour trouver la nouvelle clef, on remarque sur le rayon *fa* du cercle N° 1, que la tonique *fa* occupe le troisième espace sur la

clef d'*ut* deuxième ligne. Un coup-d'œil jeté sur le rayon *ré*, montre que la clef qui porte la note *ré* sur son troisième espace est la clef d'*ut* troisième ligne. On remarque en outre que la tonique *ré* à exécuter, est bien celle qui occupe le troisième espace de la nouvelle clef.

On substituera donc par la pensée à la clef et à l'armure primitives, la clef d'*ut* troisième ligne armée d'un bémol, et l'on exécutera le morceau tel qu'il est écrit.

3e Exemple. On a un morceau en *mi* majeur, clef de *fa* quatrième ligne, à transposer à vue en descendant, en *ut* majeur.

En passant de *mi* majeur en *ut* majeur l'armure disparaît.

Sur le rayon *mi* du cercle N° 1, on voit que la tonique *mi* occupe le troisième espace sur la clef d'*ut* quatrième ligne. Sur le rayon *ut*, on remarque que la clef qui renferme la note *ut* sur son troisième espace est la clef de *sol* deuxième ligne. C'est cette clef qu'il faudra supposer au morceau transposé.

Sans quitter des yeux le rayon *ut*, il est facile de s'apercevoir que la tonique *ut* qu'on doit exécuter, est celle qui est placée sur le deuxième espace de la portée générale, et non la note *ut* qui se trouve sur le troisième espace de la clef de *sol* deuxième ligne, c'est-à-dire deux octaves plus haut.

L'exécution devra donc être effectuée de deux octaves plus bas que ne l'indique la clef de *sol* deuxième ligne.

Ces exemples permettent de faire la remarque suivante : quand on transpose à vue, soit en montant, soit en descendant d'un nombre pair de degrés diatoniques, la nouvelle clef donne, soit le ton réel du morceau dans l'exécution, soit sa double octave grave ou aiguë.

§ 17. 2° Transposer à vue d'un nombre impair de degrés diatoniques.

1er Exemple; Un morceau est en *la* bémol majeur et écrit sur la clef de *sol* deuxième ligne, on veut le transposer d'un degré en montant, en *si* majeur.

Les cercles N° 1, N° 2 et N° 3, montreront qu'au lieu de l'armure primitive de quatre bémols, il faut supposer une nouvelle armure de cinq dièses.

Sur le rayon marqué *la* du cercle N° 1, on voit que la tonique *la* bémol est placée sur le deuxième espace de la clef de *sol* deuxième ligne. Comme il doit en être de même pour la nouvelle tonique *si* sur la nouvelle clef, on trouvera sur le rayon *si*, que la clef à choisir est la clef d'*ut* troisième ligne ; seulement le morceau supposé écrit sur cette nouvelle clef sera trop grave d'une octave.

On considèrera donc le morceau comme portant la clef d'*ut* troisième ligne armée de cinq dièses, et on l'exécutera une octave plus haut.

2e Exemple. On veut transposer à vue en descendant, en *ut* mineur, un morceau en *fa* mineur écrit sur la clef de *fa* quatrième ligne.

La nouvelle armure ne se composera que de trois bémols, au lieu de quatre que renferme l'armure primitive.

En considérant le rayon *fa* du cercle N° 1, on remarque que la tonique *fa* se trouve sur la ligne de la clef du morceau, c'est-à-dire sur la quatrième ligne de la portée.

Sur le rayon *ut*, on voit que la portée dans laquelle la note *ut* occupe la quatrième ligne est celle de la clef d'*ut* quatrième ligne ; on remarque en outre que la tonique *ut* de l'exécution, n'est pas la note *ut* de la quatrième ligne de la clef qu'on vient de déterminer, mais bien son octave grave.

On supposera donc au commencement du morceau, la clef d'*ut* quatrième ligne armée de trois bémols, et dans l'exécution on baissera chaque note d'une octave.

On peut remarquer sur ces exemples que quand on transpose à vue d'un nombre impair de degrés, soit en montant, soit en descendant, le morceau supposé écrit sur la nouvelle clef doit toujours être exécuté, soit une octave plus haut, soit une octave plus bas.

§ 18. Ici se termine la tâche que je me suis imposée. Cependant avant de finir, je résumerai en peu de mots les avantages que me paraît présenter le cadran musical dont il vient d'être question, et qui m'ont porté à le mettre au jour.

Mon cadran musical renferme, dans un petit espace, tous les éléments constitutifs de la gamme musicale; par sa disposition circulaire il exprime bien le retour des mêmes intervalles quand on passe d'une octave à l'autre. Il permet d'obtenir immédiatement, par une simple lecture, avec une approximation d'un dixième de comma, la valeur d'un quelconque des intervalles musicaux. Il est en quelque sorte pour la musique, ce qu'est pour l'arithmétique, la règle à calcul. Sa manipulation pour la génération des gammes et la transposition, ne présente aucune difficulté. Il rend compte de la constitution des gammes exactes dans tous les tons et dans tous les modes. Il résout la question des notes accidentelles dans la transposition, et montre l'interprétation à donner aux notes critiques, par suite du changement de ton. Au violoniste, il indique les modifications qu'il doit faire subir aux sons suivant le ton et le mode du morceau. Pour les instruments à sons fixes, il fait voir les erreurs que l'on produit dans les différents tons.

Enfin, cette méthode de représenter les gammes est d'un usage général; elle sera utile toutes les fois que l'on aura à comparer et à combiner entre elles des gammes quelles qu'elles soient.

J'ajouterai encore qu'un coup-d'œil jeté sur le cercle central suffit pour lever toutes les difficultés résultant du système d'écriture musicale, soit dans la transposition écrite, soit dans la transposition à vue.

INSTRUCTION RELATIVE AUX PLANCHES.

Les planches IV, V, VI, doivent être détachées de la brochure, car, par leur superposition, elles forment le cadran musical qui vient d'être décrit.

Ces planches seront collées à la colle de farine, chacune sur une feuille de carton. Si, comme il est probable, le carton se déjette et ne présente plus une surface plane, il suffira de coller sur le verso, une feuille de papier de même épaisseur que celle de l'autre côté. On obtiendra ainsi des planches planes d'une rigidité suffisante.

Cela fait, on enlèvera à l'aide d'une paire de ciseaux, toute la partie qui déborde extérieurement la plus grande des circonférences de chaque cercle musical.

De plus, on se procurera une planche carrée ou circulaire en bois bien sec, de quelques centimètres plus grande que le cercle n° 3. En son milieu on fixera un clou sans tête ou une forte aiguille. Cette planche est destinée à servir de support aux trois cercles du cadran transpositeur.

On appliquera d'abord le cercle N° 3 sur la planche en bois, en ayant soin de faire traverser son centre par la pointe ; puis de même le cercle N° 2, et enfin le cercle N° 1.

De cette façon, les cercles N° 1, N° 2 et N° 3 pourront se mouvoir circulairement autour du même centre, et prendre l'un par rapport à l'autre, toutes les positions que l'on voudra.

Planche 1.

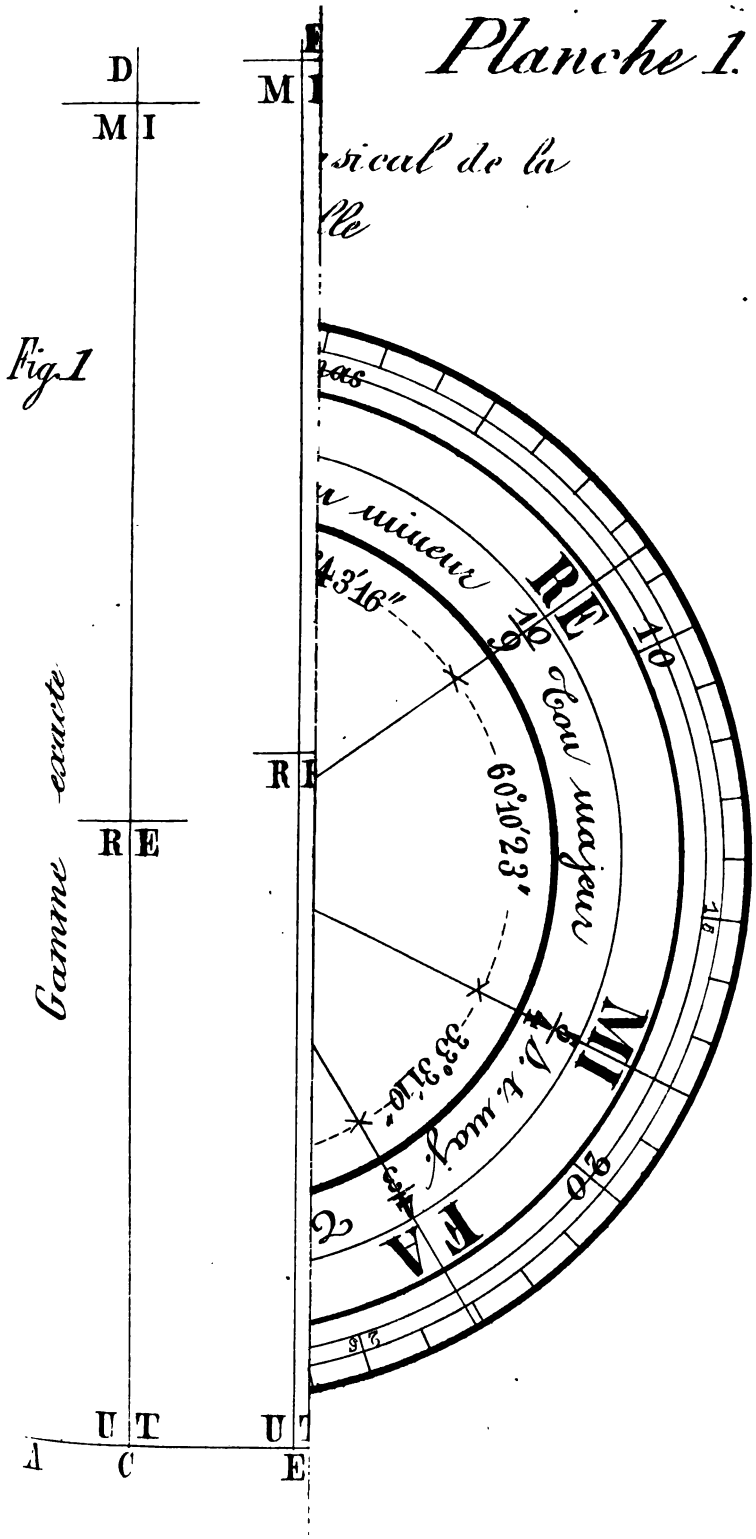


Fig. 1
Gamme exacte
D
M I
R E
U T
A C
E
M I
R E
U T
E
RE
MI
FA
Ton majeur
Ton mineur
60°10'23"
33°30'
24'16"
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Planche II

Fig. 3

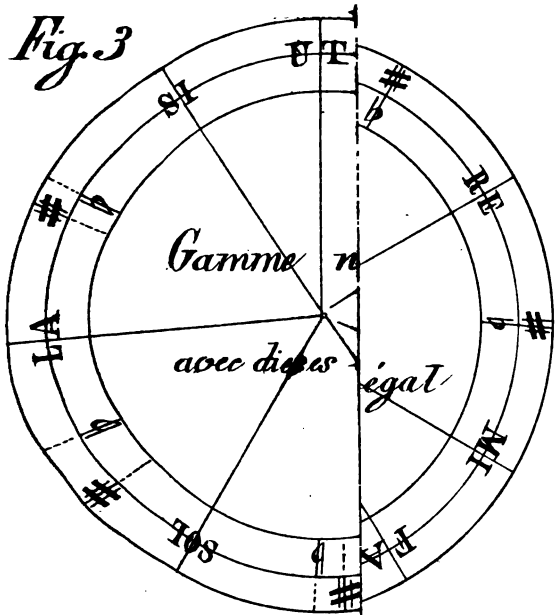


Fig. 4

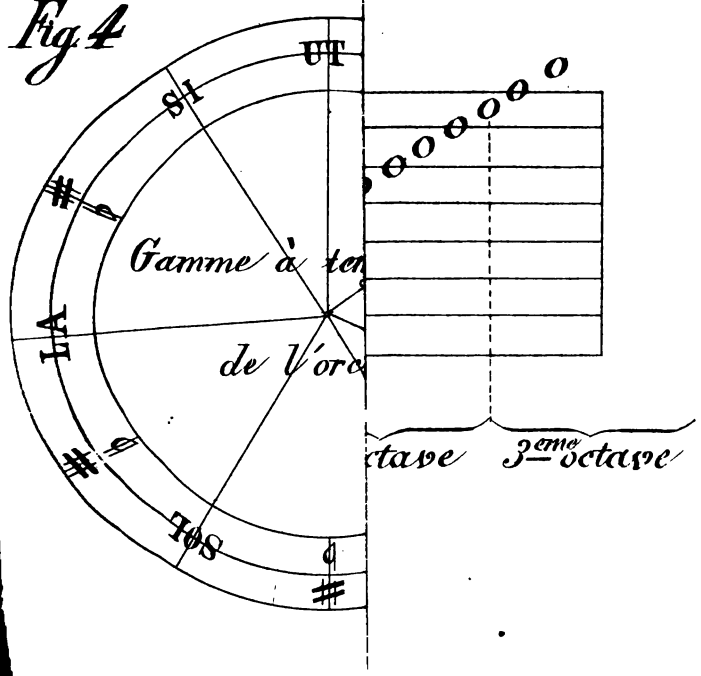


Planche III.

Fig. 9

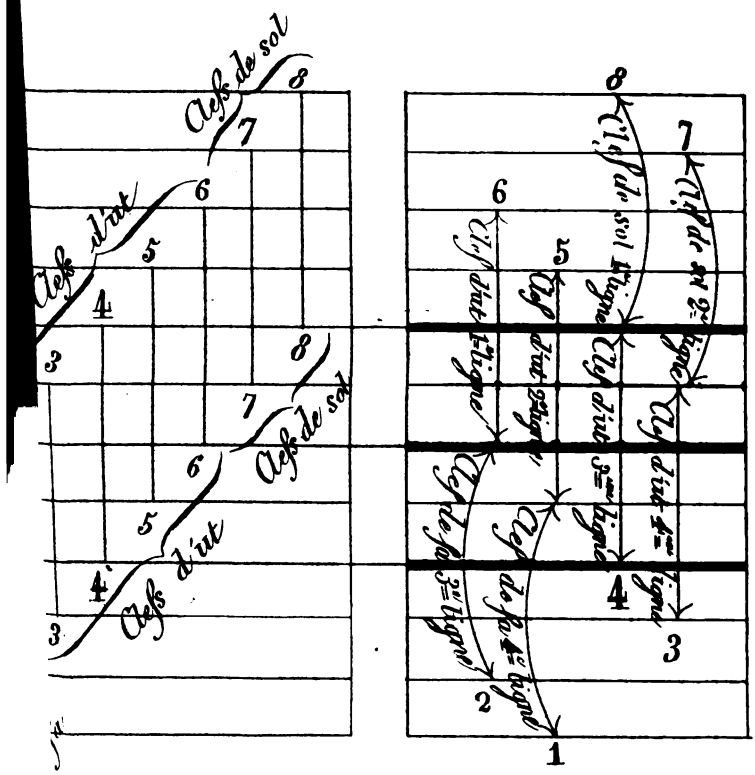


PLANCHE IV.

Cercle N° 1.

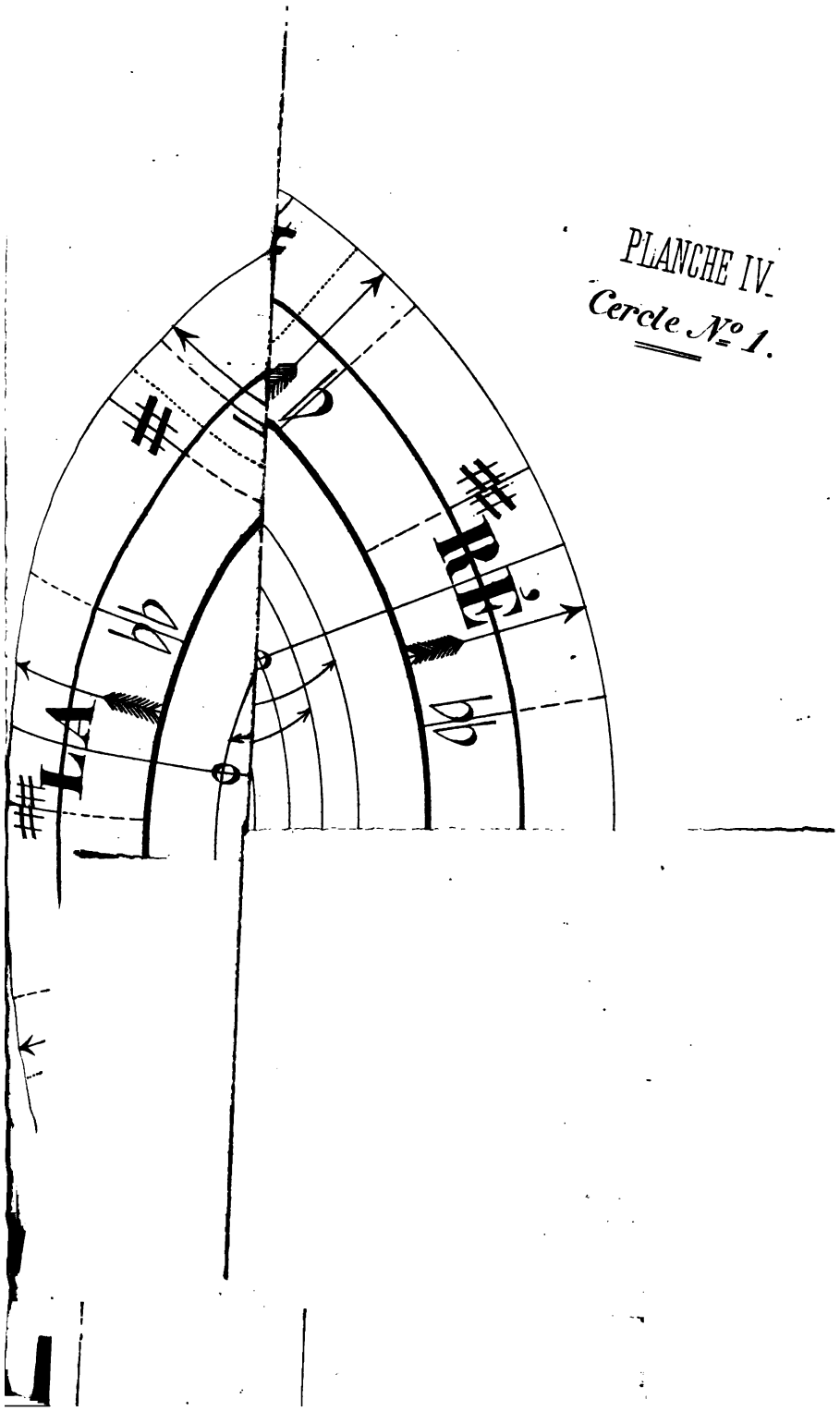


PLANCHE V.

Cercle N.º 2.

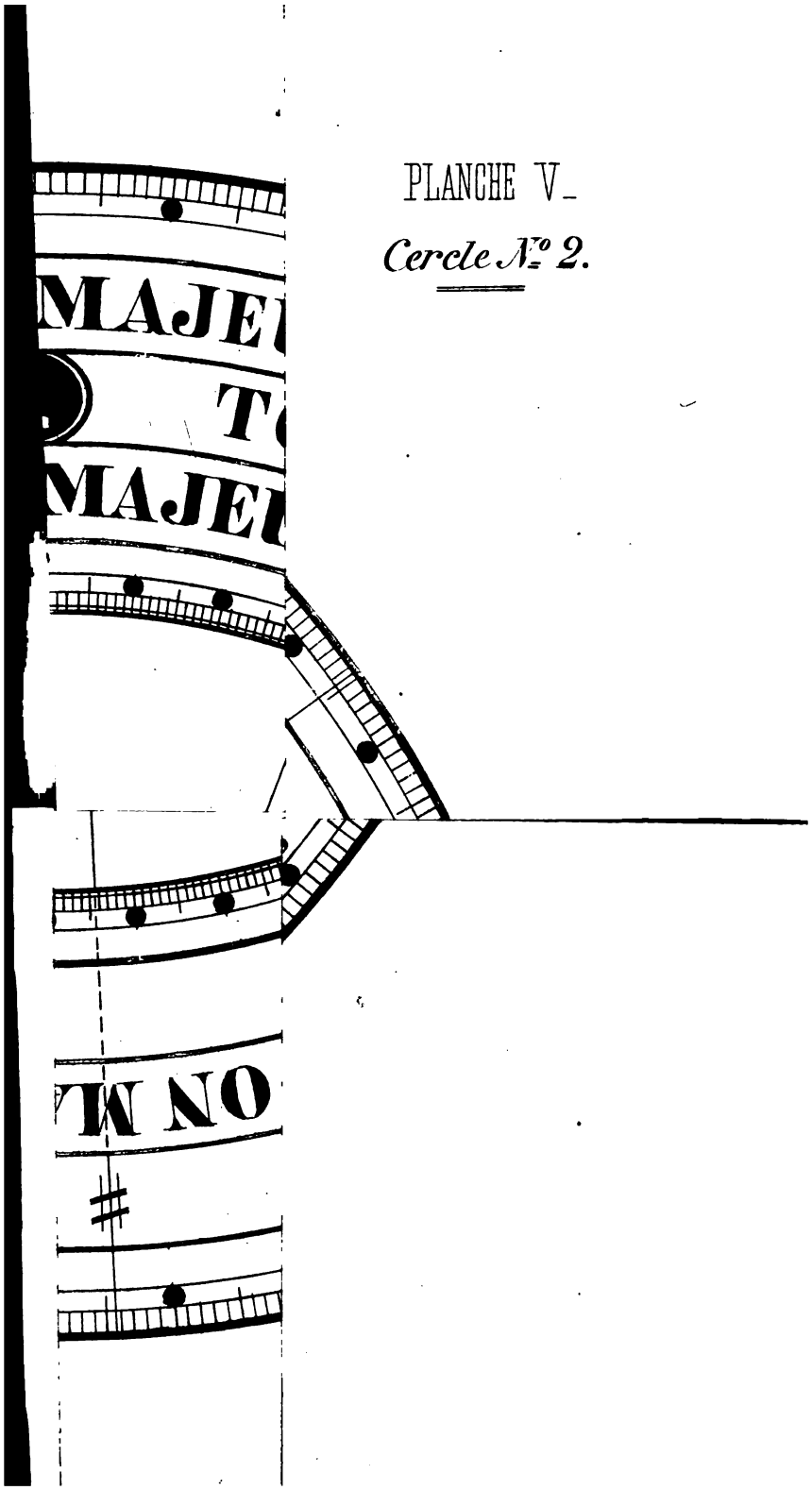
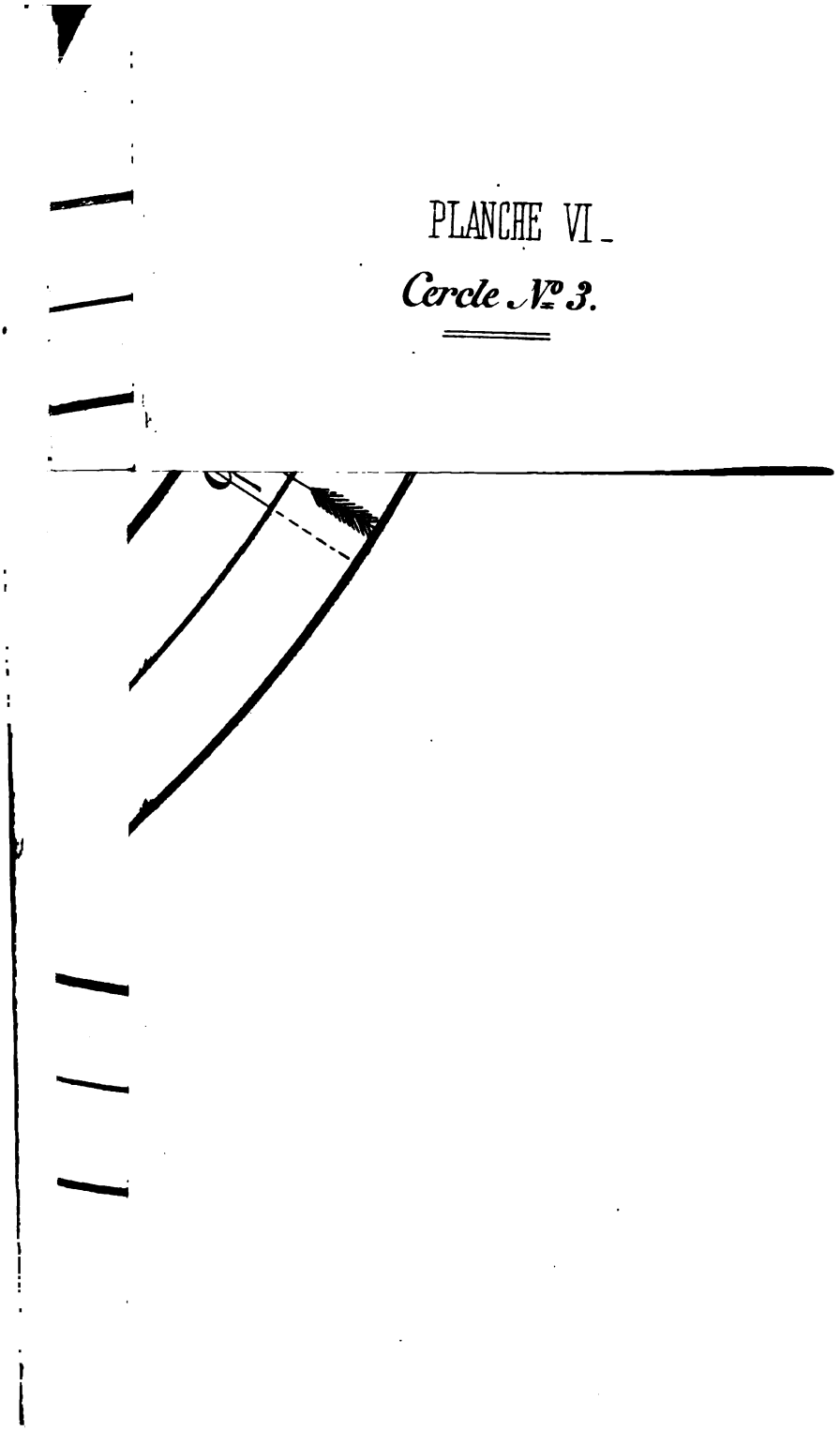


PLANCHE VI.

Cercle N° 3.



INFLUENCE DU GAZ

SUR LES ARBRES DES PROMENADES PUBLIQUES.

Par M. J. GIRARDIN,

Membre résidant.

SÉANCE DU 17 JANVIER 1862.

L'air atmosphérique dans l'intérieur et aux alentours des villes est vicié par tant de causes d'insalubrité, le terrain des cités populeuses est imprégné d'une si grande quantité d'humidité, souillé d'une si forte proportion de matières organiques altérables et de substances salines, qu'on ne saurait prendre trop de soins pour conserver, au petit nombre d'arbres qui s'y trouvent, cette vigueur de végétation sans laquelle il leur est impossible de bien remplir l'un des buts que leur a assignés la Providence dans l'harmonie de la nature, à savoir l'assainissement de l'air par leurs feuilles et du sol par leurs nombreuses et puissantes racines.

Au moment où, de tous côtés, les administrations municipales s'appliquent à doter les villes agrandies de boulevards et de places ou *squares* garnis d'arbres, il me paraît utile d'appeler, d'une manière toute particulière, l'attention des agents qui dirigent ces grands et utiles travaux, sur les inconvénients qui résultent, pour la végétation, du voisinage trop rapproché des conduites du gaz de l'éclairage.

Les faits que j'ai à signaler me paraissent avoir leur enseignement ; c'est pourquoi je tiens à les consigner dans les *Mé-*

moires de la Société impériale des Sciences, qui se préoccupe si vivement de tout ce qui a trait à l'ornementation et à la salubrité de la ville de Lille.

Dans les derniers mois de 1859, on s'aperçut que la belle plantation en peupliers d'Italie de la route départementale n° 14, de Lille à Courtrai, dépérissait d'une manière rapide. Depuis le printemps de cette même année, quinze à seize de ces arbres étaient morts. Par un arrêté en date du 14 octobre, M. le Préfet du Nord ordonna de visiter la canalisation établie le long de cette route par la Compagnie du gaz de Wazemmes. Cette inspection fut faite par MM. Cannissié, architecte en chef de la ville, et Coupey fils, conducteur des Ponts-et-Chaussées.

Des tranchées furent donc ouvertes les 24 et 25 janvier 1860, a 1,100 mètres de l'origine de la route, pour mettre à découvert la conduite du gaz. On reconnut qu'elle était placée sur l'accotement droit de la route, et que la distance de son axe à l'axe des arbres variait de 1 mètre 30 à 0^m 60. Elle était formée de tuyaux en poterie de 0^m 80 de long environ, recouverts d'un enduit bitumineux. Les joints parurent intacts et aucune trace de fuite de gaz ne se manifestait sur les terres environnantes.

Pour avoir une idée plus nette sur la question, les experts jugèrent convenable de me consulter, et ils me prièrent de procéder à l'examen des terres prises entre la conduite et les racines des arbres de la route.

Le 13 mars 1860, MM. Cannissié et Coupey firent donc déposer au laboratoire de la Faculté deux échantillons de ces terres, enlevées à la profonneur de 45 centimètres.

L'un de ces échantillons, que je désignerai sous le N° 1, avait été prélevé en face d'un arbre mort depuis quelque temps, du côté droit de la route, là où la conduite du gaz passait à 1 mètre du corps de l'arbre.

L'autre échantillon, inscrit sous le N° 2, provenait du côté gauche de la même route et avait été pris en face d'un arbre en pleine vigueur.

Il est à noter que tous les arbres morts ou malades appartenaient au côté droit de la route, sous lequel sont établis les tuyaux de distribution du gaz.

Les terres que j'avais à étudier étaient de nature argilo-sableuse. Voici les résultats de mon examen :

Terre N° 1. Cette terre était noirâtre et exhalait une odeur fétide, empyreumatique, tout à fait semblable à celle que répand la chaux qui a servi à l'épuration du gaz d'éclairage.

Elle faisait une légère effervescence avec les acides et le gaz exhalé dans cette condition avait une odeur d'œufs pourris; il avait, de plus, la propriété de précipiter en noir une dissolution d'acétate de plomb.

Triturée avec un peu de potasse caustique, cette terre émettait de l'ammoniaque, reconnaissable à son odeur et au papier rouge de tournesol; mais on en établit plus sûrement la présence en chauffant le mélange dans un tube à calcination et en recevant les produits volatils dans une dissolution d'azotate de protoxyde de mercure; immédiatement on vit la dissolution limpide et incolore se troubler et noicir.

L'eau froide mise à macérer pendant vingt-quatre heures sur cette terre ne se colora pas, mais elle acquit une réaction alcaline très-prononcée. L'analyse de ce liquide m'y fit reconnaître une quantité notable de *sulfures alcalins* et de *sels ammoniacaux*, avec beaucoup de sulfates et de chlorures.

L'alcool bouillant enleva à la même terre une matière huileuse particulière, qui se précipitait par le refroidissement au sein de la liqueur. Cette dissolution alcoolique était troublée par l'eau, exhalait une odeur fétide empyreumatique, et laissait, par son évaporation ménagée, une substance verdâtre d'une odeur forte et désagréable.

Terre N° 2. Cette terre était grisâtre, n'exhalait aucune odeur spéciale.

Soumise aux mêmes traitements que la terre N° 1, elle ne donna que des traces d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque.

Elle renfermait beaucoup de sulfates, peu de chlorures, pas de *sulfures alcalins* ni de *sels ammoniacaux*.

L'alcool bouillant ne lui enleva aucune matière empyreumatique.

Déductions. Par ces expériences et par d'autres que je crois inutile de consigner ici, j'ai donc constaté que la terre prise au pied de l'arbre mort avait des caractères très-différents de ceux de la terre prise au pied de l'arbre en pleine et parfaite végétation. Cette dernière offrait l'apparence et les propriétés d'une terre normale, tandis que l'autre contenait, en proportions très-marquées, des substances qui ne s'y trouvent pas habituellement, à savoir :

Des matières huileuses empyreumatiques ;
Des sulfures alcalins ;
Et des sels ammoniacaux.

La présence de ces substances démontre évidemment que la terre N° 1 avait été imprégnée des infiltrations du gaz d'éclairage qui renferme toujours, même après la meilleure purification possible, du gaz ammoniac, de l'hydrogène sulfuré et des huiles empyreumatiques (carbures d'hydrogène).

Or, comme le gaz ammoniac, l'hydrogène sulfuré et surtout les huiles empyreumatiques, même à faibles doses, arrêtent la végétation et amènent la mort des racines et des autres organes avec lesquels ils sont en contact pendant un certain temps ;

Comme j'ai pu, d'ailleurs, reconnaître les effets destructeurs de ces agents sur des racines enlevées à l'arbre mort ;

Je suis demeuré convaincu que le dépérissement, puis la mort des peupliers voisins de la conduite du gaz sur la route de Lille à Courtrai, étaient uniquement dus aux infiltrations du gaz de l'éclairage.

Déjà, en 1842, l'habile M. Neumann, du Jardin-des-Plantes de Paris, a démontré que des infiltrations de cette nature avaient

déterminé la mort d'un grand nombre d'ormes du boulevard de l'Hôpital [1].

En 1846 et 1851, j'ai constaté moi-même officiellement à Rouen, qu'un grand nombre des arbres des boulevards Cauchoise et Bouvreuil avaient été frappés de mort par la même cause [2].

M. Ulex a reconnu de son côté, qu'un grand nombre des ormes et des tilleuls qui décoraient les promenades de Hambourg ont péri de la même manière [3].

Et cependant, dans ces diverses circonstances, les conduites du gaz placées sous les boulevards de Paris, de Rouen et de Hambourg étaient en fonte! A plus forte raison, les mêmes désastres doivent-ils se produire, d'une manière plus rapide et plus étendue, sur les arbres voisins des conduites en poterie, car la poterie est loin d'être imperméable aux gaz et aux vapeurs.

Voici les conclusions qui terminaient le rapport que j'adressai, le 21 mars 1860, à MM. Cannissié et Coupey :

« Il me paraît urgent que la canalisation en poterie de la route de Lille à Courtrai soit remplacée par une autre en fonte, établie avec toutes les précautions qui peuvent s'opposer aux fuites de gaz;

» Comme, d'un autre côté, la terre dans laquelle ont péri les arbres tués par le gaz d'éclairage, ne peut plus admettre de nouvelles plantations parce qu'elle se trouve frappée d'une stérilité absolue et qu'elle est pour longtemps, sinon pour toujours, impropre à toute espèce de végétation;

» Comme, d'ailleurs, les infiltrations du gaz de l'éclairage se

1 *Journal d'horticulture pratique et de jardinage*, sous la direction de M. V. Paquet, 1re année, n° 1 (1er mars 1843), p. 17. — *Journal d'agriculture pratique*, t. VI, p. 419.

2 Rapports officiels adressés à M. le Maire de Rouen, en date des 4 février 1846 et 15 décembre 1851 (aux archives de la Mairie de Rouen)

3 *Leçons élémentaires de chimie*, par M. F. Malaguti (2e édition, t. II, p. 407.)

propagent à de grandes distances et peuvent amener la mort des plantes cultivées dans un assez large rayon ;

» L'Administration, à mon avis, ne saurait apporter trop d'attention aux graves inconvénients qui résultent de la pose des conduites du gaz dans les environs des routes et des promenades publiques plantées d'arbres, si nécessaires à l'embellissement, non moins qu'à la salubrité de l'air d'une ville. »

J'ajouterai à ces conseils la recommandation de n'autoriser l'établissement des tuyaux à gaz qu'au centre des routes et des promenades, et non sur les accotements où sont alignés les arbres, afin qu'il y ait le plus de distance possible entre les racines et les tuyaux. Mais comme la trépidation du sol par le passage des voitures sur la chaussée pourrait, par sa continuité, déranger l'aplomb des tuyaux et entraîner la rupture des joints, il me paraîtrait convenable de faire poser les conduites à une profondeur beaucoup plus grande que celle dont on s'est contenté jusqu'à ce jour.

Il y aura, sans doute, dans ces mesures, de plus grands frais d'établissement et d'entretien à la charge des Compagnies d'éclairage ; mais comme elles vendent le gaz à des prix qui leur assurent de très-beaux bénéfices, je les crois en état de pouvoir supporter ce surcroît de dépenses. Après tout, les intérêts de ces Compagnies doivent passer après ceux de tous les habitants d'une ville.

En résumé, les arbres emprisonnés dans nos cités sont si rares, si coûteux à planter, si lents à acquérir un beau développement ; ils sont, en outre, si utiles et si agréables à la vue, qu'on doit tout faire pour les préserver de ces mille causes de destruction qui les entourent. L'une des plus terribles, qu'on ne l'oublie pas, c'est le gaz de l'éclairage.

RAPPORT

SUR

LA COMPOSITION ET L'USAGE INDUSTRIEL DES EAUX DE LA LYS, DU CANAL DE ROUBAIX, DES PUITS DU SABLE VERT, DE LA MARNE ET DU CALCAIRE BLEU,

Par M. J. GIRARDIN,

Membre résidant.

SÉANCE DU 17 JANVIER 1862.

La question des eaux, au double point de vue de l'hygiène publique et de l'industrie, est une des plus importantes que les économistes aient à étudier dans l'intérêt des populations agglomérées. Le point de départ de toutes les études à ce sujet, c'est la connaissance des qualités des eaux, dépendantes de leur nature ou composition chimique.

Le nord de la France est une des régions les moins favorisées sous le rapport des eaux courantes, et jusqu'ici on a peu de documents écrits sur son hydrologie.

Comme j'ai été appelé à exécuter un certain nombre d'analyses sur les eaux de la Lys, de l'Escaut et de divers puits artésiens, je crois utile de rassembler les résultats de mes observations et expériences, et de les consigner dans les Mémoires de la Société Impériale des Sciences, afin qu'ils puissent servir plus tard de termes de comparaison lorsqu'on voudra entreprendre l'histoire hydrologique de la Flandre française.

Il est nécessaire de dire d'abord dans quelles circonstances et pour quel but j'ai eu à m'occuper de la nature chimique de certaines eaux du département. Je ne puis mieux faire que d'emprunter quelques passages aux rapports de MM. les Ingégnieurs des ponts-et-chaussées de Lille (MM. Kolb et Menche), à l'appui d'un projet de distribution d'eau pour Tourcoing et Roubaix.

« Au faîte des vallées de l'Escaut et de la Lys, à 30 mètres en moyenne au-dessus de ces rivières, et à 12 et 7 kilom. 500 m. de distance de leurs cours, se développent les villes de Roubaix et de Tourcoing, qui, placées dans des conditions défavorables par l'anomalie de leur situation topographique, ont su cependant se créer par l'esprit d'invention et par la persévérance, une position exceptionnelle dans l'industrie nationale.

» Il y a moins de 40 ans, la population de Roubaix et Tourcoing s'élevait à peine à 20,000 habitants; elle en atteint aujourd'hui 75,000.

» Le bureau d'aunage des étoffes recevait, en 1835, 140,000 pièces à Roubaix ; il en a reçu 383,562 en 1857.

» A Tourcoing, le nombre de broches qui était, en 1832, de 65,646, est présentement de 257,883.

» La force motrice employée dans les deux villes est représentée par 3,115 chevaux-vapeur, et la proportion des machines à moyenne pression est à peine d'un tiers. Les riverains du canal de Roubaix où les eaux sont élevées de l'Escaut de bief en bief au moyen de machines à vapeur, sont en effet les seuls qui puissent bénéficier en sûreté de l'usage de la condensation. Or, l'on sait que les machines à haute pression employées dans les fabriques brûlent de 5 à 7 kilogr. de charbon par cheval-vapeur et par heure, tandis que la consommation des machines à moyenne pression descend facilement à 3 kilogr.

» L'industrie s'est donc exercée jusqu'à ce jour dans de coûteuses conditions ; mais il ne s'agit même plus déjà d'un prix de

revient, la question a grandi par suite de l'insuffisance des eaux, et l'on se trouve acculé à une situation pleine de perils, puisque l'on peut à peine alimenter les machines à haute pression, bien qu'elles consomment 16 fois moins d'eau que celles à condensation, et que l'on en est venu au point de payer l'eau 2 fr. le mètre cube, tandis que l'eau distribuée à Lyon se vend de 0 fr. 07 à 0 fr. 37 c. suivant l'importance de la consommation. Un exemple entre mille donnera la mesure des besoins :

« Un fermier, voisin de Tourcoing, a vendu en une année pour plus de 3,000 fr. d'eau provenant des fossés bourbeux de sa ferme et a pu par là payer son fermage.

» La population ouvrière a souffert, cet été (1858), du manque d'eau dans une proportion inquiétante pour l'ordre public, et l'impôt prélevé sur les ménages, pour satisfaire au premier besoin de la vie, a pu varier de 0 fr. 20 à 0 fr. 35 c. par jour.

» L'année 1858 est, il est vrai, une année d'extrême sécheresse, mais des observations précises établissent l'abaissement rapide de la nappe d'eau souterraine où l'on puise par pompes pour les besoins de la vie et pour ceux de l'industrie.

» Le bassin aquifère du sable vert étant restreint, eu égard à l'étendue des besoins, le niveau de la nappe artésienne dut baisser rapidement par la multiplication des forages. En 1826, l'eau du sable vert se tenait à Roubaix, en moyenne, à 12 mètres au-dessous du sol; elle est présentement à 40 mètres en contrebas. A Tourcoing, les forages sont poussés jusqu'à 70 mètres. — Il existe, à la vérité, une seconde nappe d'eau, reposant sur le calcaire compacte, de 100 à 130 mètres au-dessous du sol. Trois forages ont été poussés, à Roubaix, jusqu'à cette profondeur, mais la nappe d'eau se maintient à environ 30 mètres en contrebas du sol des fabriques. Les dépenses sont élevées et le forage le plus important donne à peine 200 mètres cubes en vingt-quatre heures, quantité insuffisante pour la seule consommation de l'industriel qui l'a entrepris.

» C'est donc en dehors de la nappe souterraine qu'il faut chercher l'eau qui manque.

» Deux solutions se présentent :

» 1° Prendre l'eau à la Lys à 7,300 mètres de distance et à 38 mètres 47 en contrebas du point culminant de Tourcoing ;

» 2° La prendre à l'Escaut à peu près à la même altitude, et la remonter par le canal belge de l'Espierre et le canal français de Roubaix, sur 12 kilomètres, jusqu'au bief qui s'étend au pied de cette ville ; de là, la porter dans un réservoir pour être distribuée.

» Ces deux solutions avaient d'ardents partisans, et malgré les efforts des Administrations municipales des deux villes qui avaient su faire un choix heureux et le défendre avec talent, la question n'avançait pas.

» Sur l'initiative de M. le Préfet du Nord (M. Vallon), qui plaça la question au premier rang de ses préoccupations, les Ingénieurs des Ponts-et Chaussées furent chargés, en avril 1858, de l'étude comparative des divers systèmes qui se présentaient. [1] »

Cette étude, faite avec beaucoup de soin et avec un remarquable talent par MM. Kolb et Menche, devait tout naturellement porter, en premier lieu, sur la nature des eaux de la Lys et de l'Escaut, les deux seuls cours d'eau auxquels on put demander les 9,000 mètres cubes nécessaires pour alimenter les établissements industriels de Roubaix et de Tourcoing.

Je fus invité par MM. les Ingénieurs précités à me livrer à l'examen de ces eaux, et c'est pour accomplir cette mission que j'ai entrepris les expériences et analyses qui se trouvent consignées dans les rapports qui vont suivre.

[1] Rapports de M. Menche, ingénieur ordinaire à la résidence de Lille; 15-25 juin 1858—et rapports des ingénieurs Kolb et Menche sur la distribution d'eau de Roubaix et Tourcoing; 5 novembre 1858, 3-5 arvil 1859.

I.

Rapport adressé le 30 mai 1858 à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Messieurs,

Vous m'avez invité, au nom des villes de Roubaix et de Tourcoing, à soumettre à un examen chimique comparatif les eaux de la Lys et de l'Escaut, afin de pouvoir indiquer celle de ces eaux qu'il serait préférable d'amener dans ces deux villes pour les divers besoins des industries locales.

Malheureusement vous m'avez laissé si peu de temps pour faire ce travail d'une manière complète, qu'il ne m'a été possible que de déterminer en bloc la proportion des matières étrangères dissoutes dans chacun des échantillons d'eau que vous m'avez envoyés, et de constater *qualitativement* les caractères et la composition de ces échantillons.

Une analyse plus complète sera nécessaire, surtout à l'époque du rouissage du lin; il faudra opérer sur une vingtaine de litres au moins de chaque espèce d'eau. Alors ayant le temps suffisant pour faire des analyses *quantitatives* précises et complètes, je pourrai vous offrir des résultats plus concluants et définitifs.

Il ne faut donc regarder ce premier travail que je vous adresse que comme une indication préliminaire.

1° EAUX SUR LESQUELLES J'AI OPÉRÉ. Les échantillons que vous m'avez envoyés sont étiquetés ainsi qu'il suit:

A. *Eaux de la Lys*...
- N° 1. Eau prise près des ballons de lin à la surface de la rivière.
- N° 2. Eau prise près des ballons de lin à 1m 50 de profondeur.
- N° 3. Eau prise au milieu de la rivière et à sa surface.
- N° 4. Eau prise au milieu de la rivière et à 1m 50 de profondeur.

B *Eaux de l'Escaut belge*.....	N° 1. Eau prise avant la navigation descendante, l'eau étant basse dans le bief de l'Espierre.
	N° 2. Eau prise pendant la navigation descendante, ce bief étant plein.
	N° 3. Eau prise après le passage de la rame des bateaux descendants, le bief de l'Espierre se vidangeant.
C. *Eaux du canal de Roubaix*.....	Eau prise dans le bief de Roubaix, entre le pont de l'Union et le souterrain.

2° CARACTÈRES DE CES EAUX. — A. *Eaux de la Lys.* Les quatre échantillons ayant les mêmes caractères, à très peu de chose près, ce qui va suivre s'appliquera à tous.

Toutes ces eaux sont troubles ; le N° 4 contient toutefois plus de matières en suspension que les trois autres échantillons.

Ces eaux ont une odeur et une saveur de croupi.

Elles se troublent et précipitent légèrement par l'ébullition.

Voici comment elles se comportent avec les réactifs :

Ammoniaque.....	précipité assez abondant au bout d'un certain temps ;
Eau de chaux.....	précip. bien marqué immédiatement ;
Teinture alcoolique de campêche.	rougit fortement ;
Oxalate d'ammoniaque.....	précipité abondant ;
Azotate de baryte.....	rien ;
Azotate d'argent.....	précipité blanc abondant ;
Eau de savon...	trouble sans grumeaux :
Phosphate d'ammoniaque, après l'action de l'oxalate d'ammoniaque.	précipité blanc ;
Teinture alcoolique d'iode	accuse des traces de sulfure.

B. *Eaux de l'Escaut.* Elles sont troubles comme celles de la Lys, elles ont également l'odeur et la saveur de croupi.

Elles se troublent et précipitent par l'ébullition.

ACTION DES RÉACTIFS :

Ammoniaque.....	léger trouble blanc ;
Eau de chaux.....	précipité blanc bien marqué ;
Teinture alcoolique de campêche.	rougit fortement ;
Oxalate d'ammoniaque..	précipité abondant ;
Azotate de baryte.....	léger précipité ;

Azotate d'argent.....	précipité assez abondant;
Eau de savon.....	trouble sans grumeaux;
Phosphate d'ammoniaque..... .	précipité blanc;
Teinture d'iode..... .	accuse des traces de sulfure.

C. *Eaux du canal de Roubaix.* Elles sont légèrement troubles et présentent une faible couleur ambrée. Leur odeur de croupi est moins prononcée que celle des précédentes.

Elles se troublent et précipitent plus fortement que celles-ci par l'ébullition.

Les réactifs ci-dessus désignés donnent lieu aux mêmes précipités; seulement ceux-ci sont plus abondants.

Il y a donc dans les trois sortes d'eaux des bicarbonates de chaux et de magnésie, du sel marin et du sulfate de chaux; toutefois ce dernier sel manque dans les eaux de la Lys.

Toutes renferment des matières organiques dissoutes et en suspension, car le résidu salin provenant de leur évaporation noircit fortement quand on le chauffe au rouge.

3° RICHESSE DES EAUX EN MATIÈRES DISSOUTES. Sur un litre de chaque espèce d'eau, il y a en dissolution:

		Matières minérales.	Matières organiques.	Total.
Eaux de la Lys.	N° 1....	0gr.408	0gr.028	0gr.436
	N° 2....	0 . 310	0 . 032	0 . 342
	N° 3....	0 . 302	0 . 030	0 . 332
	N° 4....	0 . 2456	0 . 1284	0 . 374
Eaux de l'Escaut.	N° 1....	0 . 476	0 . 040	0 . 516
	N° 2....	0 . 374	0 . 068	0 . 442
	N° 3....	0 . 385	0 . 025	0 . 410
Eaux du canal de Roubaix...		0 . 772	0 . 124	0 . 896

4° CONCLUSIONS. On peut déjà conclure de ces essais préliminaires:

1° Que l'eau de la Lys est moins chargée de matières étrangères, minérales et organiques, que l'eau de l'Escaut et surtout que l'eau du canal de Roubaix:

2° Que l'eau de la Lys a l'inappréciable avantage de ne pas contenir de sulfate de chaux ;

3° Que l'eau du canal de Roubaix est bien inférieure en qualité aux eaux de la Lys et de l'Escaut, puisqu'elle contient plus du double en poids de matières étrangères.

5° RÉPONSES AUX QUESTIONS POSÉES. Maintenant je vais répondre aux diverses questions que vous m'avez adressées.

1re *question.* Les eaux de la Lys et de l'Escaut sont-elles de nature à donner des incrustations dans les chaudières? Peuvent-elles servir pour les machines à vapeur?

Réponse. Ces eaux laisseront évidemment déposer, dans les chaudières, une partie des sels calcaires et magnésiens qu'elles tiennent en dissolution ; mais les eaux de la Lys ne contenant pas de sulfate de chaux, leur dépôt aura beaucoup moins de tendance à former des incrustations que les eaux de l'Escaut.

Dans tous les cas, toutes deux peuvent servir pour l'alimentation des machines à vapeur, et dans bien des pays industriels, on emploie des eaux aussi chargées, et plus chargées même, de substances salines que celles-ci. C'est ce qu'on peut voir par le tableau suivant :

	Résidu salin par litre d'eau.
Eau de la Tamise à Greenwick	0gr.3973
Canal de l'Ourcq, près Paris	0 . 4521
Rivière de Ganzeville, près Fécamp	0 . 3140
— de la Lézarde, près Montivilliers	0 . 3080
— de Lillebonne	0 . 3150
Sources alimentaires du Hâvre	0 . 3686 à 0. 9256
Fontaines publiques de Harfleur	0 . 3300
Puits artésiens à Tours	0 . 3200
— à Cambrai	0 . 6050
— à Elbeuf	0 . 7100

Dans la ville d'Elbeuf, les eaux des puits artésiens, et il y en a sept ou huit, sont toutes appliquées au service des machines à vapeur.

2e *question.* Les eaux de la Lys et de l'Escaut sont-elles bonnes pour le lavage des laines brutes ?

Réponse. Pour le lavage des laines, il faut, autant que possible, des eaux non calcaires. Bien que les eaux de la Lys et de l'Escaut soient assez riches en carbonate de chaux, je crois néanmoins qu'elles peuvent servir à cette application, surtout celles de la Lys qui ne contiennent pas de sulfate calcaire.

J'aurais besoin de faire des expériences en grand pour répondre plus sûrement à cette question.

3e *question.* Les eaux de la Lys et de l'Escaut sont-elles bonnes pour la teinture?

Réponse. Oui, je le pense, sinon pour toutes, au moins pour la majorité des teintures. Celles de la Lys, en tous cas, me paraissent valoir mieux que celles de l'Escaut.

4e *question.* Y aurait-il avantage à prendre l'eau de la Lys au milieu de la rivière, à 1 mètre 50 c. de profondeur?

Réponse. Il serait indifférent de prendre les eaux de la Lys, soit à la surface, soit à 1 mètre 50 de profondeur, puisque, comme on le voit par le tableau N° 3, elles diffèrent fort peu dans les deux stations.

5e *question.* Serait-il nécessaire d'interdire le rouissage du lin à une certaine distance en amont de la prise d'eau, à 100 ou 200 mètres par exemple?

Réponse. Pour tout ce qui regarde le rouissage du lin et son influence sur la nature des eaux de la rivière à l'époque où cette opération se pratique, je n'ai pas de données suffisantes pour répondre ; j'aurais besoin d'examiner les eaux en juillet, août et septembre, de faire des expériences de teinture et de dégraissage des laines avec ces eaux, alors qu'elles sont le plus chargées de toutes les matières colorantes, résineuses et grasses, provenant du rouissage. Je crois qu'avant de prendre un parti definitif, il est indispensable d'être bien fixé sur ce point.

Tels sont, Messieurs, les seuls renseignements qu'il me soit possible de vous fournir en ce moment.

Si, comme je le pense, vous désirez avoir des analyses quantitatives exactes, il faudra, lorsque vous m'enverrez des échantillons d'eau, avoir grand soin qu'ils soient recueillis dans des vases en verre ou en grès, neufs et lavés plusieurs fois dans l'eau même qu'ils devront recevoir. Ces échantillons devront être de 20 à 25 litres.

II.

Deuxième rapport adressé le 6 juin 1858 à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Messieurs,

Vous m'avez fait demander quels sont les inconvénients de la présence du sulfate de chaux dans les eaux douces au point de vue industriel?

Voici ma réponse :

1° Ce sel est très-nuisible quand on applique les eaux à l'alimentation des chaudières, parce qu'il se dépose en parties cristallines qui adhèrent fortement aux parois. — Les eaux qui ne renferment que des carbonates terreux laissent bien déposer leurs sels par la concentration, mais ceux-ci restent en particules divisées, en *boue* qui ne forme jamais ces incrustations dures et pierreuses qu'on remarque dans les chaudières alimentées par des eaux calcaires sulfatées;

2° C'est surtout le sulfate de chaux dissous dans les eaux qui opère la décomposition du savon et rend ces eaux impropres au nettoyage du linge, au dégraissage de la laine, etc.

3° Les eaux calcaires sulfatées rendent la laine dure.

4° Elles peuvent avoir certains inconvénients en teinture et, sous ce rapport, elles sont toujours fort inférieures aux eaux chargées seulement de bicarbonate de chaux.

III.

Troisième rapport adressé le 25 septembre 1858 à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Messieurs,

Dans mes précédents rapports, en date du 30 mai et du 6 juin dernier, je n'avais pu vous donner qu'un aperçu de la nature comparative, au point de vue chimique et industriel, des eaux de la Lys et de l'Escaut. Le temps m'avait manqué pour faire une étude complète de ces eaux. Il était donc nécessaire de reprendre ce travail, et de l'exécuter surtout à l'époque de l'année où, par suite du rouissage du lin qui se fait dans la Lys sur une si vaste échelle, les eaux atteignent leur maximum d'impureté. En se plaçant ainsi dans les conditions les plus défavorables en apparence, les résultats obtenus devaient avoir une signification plus marquée et lever tous les doutes dans le choix à faire entre les deux rivières, mises en balance, pour l'alimentation des villes de Roubaix et de Tourcoing.

Je n'ai pas cru, toutefois, qu'il fut nécessaire de reprendre l'analyse des eaux de l'Escaut, mes premiers travaux démontrant suffisamment l'infériorité de cette rivière par rapport à la Lys. Je rappellerai ici que, tandis que la Lys ne renferme par litre, en moyenne, que 0 gr. 370 de matière dissoute, l'Escaut en contient 0 gr. 456. Je rappellerai de plus que les eaux de l'Escaut renferment des sulfates, dont les eaux de la Lys sont dépourvues.

J'ai cru devoir faire l'analyse comparative de l'eau du canal de Roubaix et des eaux de trois puits de cette ville, puisque ces eaux servent aux usages industriels de la localité, notamment à l'alimentation des chaudières, au blanchîment du coton et des toiles, au lavage des laines et à la teinture des différents tissus

Ire PARTIE.

ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX.

1. — Eau de la Lys.

J'ai commencé mes nouvelles opérations vers le milieu du mois d'août. A ce moment, le rouissage était en pleine vigueur dans la Lys.

Le 19 août des échantillons d'eau ont été pris à Bousbecques :

1° A la surface et au milieu de la rivière, 2° A 1m. 50 de profondeur,	en amont à 50 mètres de dix ballons en activité.
3° A la surface et au milieu du cours, 4° A 1m. 50 de profondeur,	à 1m. 50 de dix ballons en pleine fermentation.

Les eaux de la rivière étaient à ce moment fort troubles ; elles avaient une odeur fétide, due aux matières du rouissage en décomposition ; leur température était de + 18° centigr., celle de l'air à l'ombre étant de + 14° 5 ; le temps était pluvieux et la température avait baissé sensiblement depuis quelques jours. De nombreuses bulles de gaz venaient crever à la surface de la rivière.

Voici les caractères des échantillons prélevés, qui ne diffèrent les uns des autres qu'en ce que les Nos 3 et 4 ont une odeur plus forte :

Couleur jaune ambrée, plus ou moins prononcée ;

Odeur et saveur d'eau croupie et fétide ;

Elles tiennent en suspension une matière floconneuse jaunâtre, plus ou moins abondante ;

Elles sont légèrement alcalines ;

Elles se troublent sensiblement par l'ébullition.

Après filtration, ces eaux se comportent, ainsi qu'il suit, avec les réactifs :

Ammoniaque.....	précipité blanc très-léger ;
Teinture alcoolique de campêche.	rougit très-fortement ;

Oxalate d'ammoniaque.. ..... précipité blanc assez abondant,
Azotate d'argent ..... précipité blanc peu abondant, insoluble dans l'acide azotique;
Chlorure de baryum ..... rien;
Phosphate d'ammoniaque (après élimination de la chaux)..... précipité blanc assez fort;
Eau de savon..... louche faible;
Teinture d'iode et amidon..... coloration immédiate.

Après filtration, ces eaux laissent des résidus d'un jaune brun, présentant des parties cristallines et noircissant fortement par la calcination.

Voici leur composition, par litre, comme moyenne de plusieurs analyses :

	Milieu de la rivière à 50 m. des ballons.		A 1 m. 50 c. des ballons.	
	à la surface.	à 1 m. 50 de profondeur.	à la surface.	à 1 m. 50 de profondeur.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Carbonate de chaux.....	0.1705	0.1712	0.1676	0.1928
Carbonate de magnésie...	0.0154	0.0146	0.0101	0.0234
Silice..... ..	0.0070	0.0077	0.0014	0.0056
Alumine, oxyde de fer..... Phosphate de chaux.....	0.0062	0.0073	0.0070	0.0046
Chlorure de calcium.....	0.0105	0.0092	0.0067	0.0029
Chlorure de magnésium	0.0078	0.0085	0.0040	0.0034
Chlorure de potassium.....	0.0189	0.0152	0.1324	0.1075
Chlorure de sodium.....	0.0534	0.0641		
Azotates et sulfures alcalins.....	traces.	traces.	traces.	traces.
Bicarbonate d'ammoniaque.....	traces.	traces.	traces.	traces.
Matières organiques. Acide ulmique, matières albuminoïdes, résineuses, extractives indéterminées.	0.0628	0.0577	0.0143	0.0133
	0.3525	0.3555	0.3435	0.3535

Le 31 août, de nouvelles prises d'eau ont été faites. La plupart des ballons étaient enlevés; les eaux, plus claires, étaient beaucoup moins colorées et odorantes.

Voici quelle était leur richesse comparative en matières dissoutes :

Résidu par litre....	0gr.3505	0gr.3520	0gr.3230	0gr.3390

Composition de l'air en dissolution dans les eaux de la Lys, à 50 mètres des ballons, ramené à 0° et à 0m 76 de pression :

			cent. c.
Gaz par litre d'eau..			44.91
Composition..	Acide carbonique.....	34.61	
	Azote.....	10.05	
	Oxygène.....	0.25	
		44.91	

Ce qui donne pour la composition de l'air dissous dans la Lys, abstraction faite de l'acide carbonique :

Azote.....	97.6
Oxygène.....	2.4
	100.0

On voit ici l'influence bien manifeste du rouissage du lin.

Dans les eaux de pluie et de rivière, à l'état normal, sur 100 d'air, il y a :

Eau de pluie.....	40 p. %	d'oxygène.
Eau de Seine.....	31,9	—

Tout l'oxygène de l'air de la Lys est absorbé par les matières en fermentation qui proviennent du lin, et l'eau devient alors peu propre, par ce seul fait, à entretenir la vie des poissons.

2. — Eau du canal de Roubaix.

L'échantillon a été pris en plein canal; voici ses caractères:

Eau trouble, légèrement jaunâtre, possédant une odeur et une saveur de croupi assez fortes.

Elle est très-alcaline au papier réactif.

L'ébullition la trouble légèrement.

Elle se comporte de la manière suivante avec les réactifs:

Ammoniaque....	rien ;
Teinture alcoolique de campêche.	rougit fortement;
Oxalate d'ammoniaque	précipité blanc assez abondant;
Azotate d'argent.....	id.
Chlorure de baryum...	id.
Phosphate d'ammoniaque..	id.
Eau de savon.....	louche assez fort.

Cette eau m'a fourni par litre :

Carbonate de chaux.....	0gr.165
Carbonate de magnésie.	0 . 062
Silice, alumine, oxyde de fer.....	0 . 025
Matières organiques.....	0 . 076
Sulfates, chlorures, silicates et carbonates alcalins.	0 . 360
Azotates alcalins et sulfures.....	traces.
Bicarbonate d'ammoniaque	traces.
	0 . 688

3. —Eaux de plusieurs puits de Roubaix.

Les échantillons d'eau sur lesquels ont porté mes analyses ont été pris :

1° Dans un puits creusé chez M. Grimompré. Ce puits a une profondeur de 33 mètres 50; l'eau vient du sable vert.

2° Dans un puits creusé chez M. Lefebvre, à la profondeur de 93 mètres 10, dans la marne;

3° Dans un puits creusé chez MM. Wibaux frères, à la profondeur de 130 mètres, dans le calcaire bleu.

Voici les caractères distinctifs de ces eaux :

Elles sont toutes incolores, claires, limpides, sans odeur ni saveur désagréables. Je ferai exception, cependant, pour l'eau N° 3, qui m'a offert une légère odeur de Benzine, et qui présentait, dans le fond de la cruche, un aspect blanchâtre. Ceci, bien

évidemment, est un fait accidentel, et provient du goudronnage de quelques pièces du corps de pompe ou du puits.

Toutes sont fortement alcalines au papier réactif.

Elles ne se troublent que très-peu par l'ébullition.

Voici comment elles se comportent avec les réactifs:

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Ammoniaque.	léger précipité;	précipité très-léger;	louche très-faible.
Teinture alcoolique de campêche.	rougit fortement;	comme N° 1;	comme N° 1.
Oxalate d'ammoniaque.	précipité assez abondant;	précip. moins abondant;	comme N° 1.
Azotate d'argent.	précipité blanc, presque entièrement soluble dans l'acide azotique;	précipité plus considérable que le N° 1;	précip. moins abondant que le N° 1.
Chlorure de baryum.	précipité blanc assez considérable;	comme N° 1;	comme N° 1.
Phosphate d'ammoniaque	précipité blanc abondant;	comme N° 1;	comme N° 1.
Eau de savon.	légers grumeaux;	louche;	comme N° 1.
Acétate d'eplomb.	précipité blanc, soluble en majeure partie dans l'acide acétique; ce qui reste est blanc.	comme N° 1.	comme N° 1.

Voici maintenant leur composition par litre:

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
	gr.	gr.	gr.
Carbonate de chaux.....	0.1682	0.0551	0.0872
Carbonate de magnésie.....	0.1127	0.0391	0.0562
Silice, alumine, phosphate de chaux, oxyde de fer.....	0.0278	0.0418	0.0480
Sels alcalins solubles consistant en : silicates, sulfates, chlorures et carbonates de potasse et de soude	0.2380	0.6400	0.4413
Matières organiques.....	traces.	traces.	traces.
	0.5467	0.7760	0.6327

On voit combien ces eaux sont riches en sels alcalins; elles

sont sursaturées d'acide carbonique; une partie de la potasse et de la soude est à l'état de bicarbonate, comme dans les eaux de Vichy.

CONCLUSIONS A TIRER DE CES ANALYSES.

1° Les eaux de la Lys sont beaucoup plus pures que les eaux du canal et des puits de Roubaix, puisque:

Le résidu par litre est, en moyenne,	pour les eaux de la Lys...	0gr.3512
— —	pour le canal de Roubaix..	0 . 6880
— —	pour les puits de Roubaix .	0 . 6518

2° Ce qui ajoute à l'infériorité des eaux du canal et des puits de Roubaix, c'est, d'une part, la présence de sulfates, et, de l'autre, celle de carbonates alcalins, dans une proportion assez notable pour produire des effets fâcheux dans une foule d'applications chimiques.

3° A tous les points de vue, il n'y a aucune comparaison à établir entre ces dernières eaux et celles de la Lys, qui, prises dans les conditions les plus défavorables, sont moitié moins chargées de substances étrangères que les premières.

4° En comparant les eaux de la Lys à elles-mêmes, à deux époques distinctes de l'année, en mai et en août, c'est-à-dire au commencement et au milieu du rouissage, voici les renseignements fournis par mes analyses:

	Résidu par litre.	Matières organiques.	Matières minerales.
En mai.....	0gr.3700	0gr.0300	0gr.3400
En août.....	0 . 3512	0 . 0370	0 . 3142

La moindre proportion de matières minérales dans les eaux du mois d'août s'explique très-bien: les gaz hydrogène sulfuré et ammoniac qui proviennent de la fermentation, les phosphates alcalins et les matières organiques qui sortent des tiges du lin, ont pour effet de précipiter une partie des bases terreuses en dissolution. La proportion un peu plus élevée de matières orga-

niques en solution dans les eaux du mois d'août se comprend d'elle-même.

5° Dans tous les cas, il ressort des faits précédents que le rouissage du lin altère beaucoup moins l'eau qu'on serait tenté de le supposer *a priori*.

SECONDE PARTIE.

ESSAIS DE TEINTURE AVEC LES EAUX CI-DESSUS EXAMINÉES.

Pour savoir jusqu'à quel degré les eaux de la Lys pourraient servir, même dans les conditions les plus défavorables, aux travaux de la teinture, j'ai opéré tant sur laine que sur coton, avec les matières colorantes les plus sensibles à l'action des agents chimiques, telles que le carthame, la cochenille, la gaude, la garance, le bois de Brésil, le bois jaune, l'indigo.

Un premier essai m'ayant appris que l'eau de la Lys, chargée des matières du rouissage, a une certaine influence sur plusieurs couleurs, j'ai cherché les moyens de corriger cet inconvénient, et, pour cela, j'ai employé divers modes de purification, pouvant être facilement mis en pratique dans les ateliers, à savoir :

La filtration à travers des couches de sable et gravier;

L'addition d'un quart de gramme d'alun par litre d'eau, et la décantation de l'eau après la précipitation des matières organiques dissoutes et en suspension.

Il restait encore à faire disparaître les effets fâcheux des bicarbonates de chaux et de magnésie, qui ont l'inconvénient, dans l'impression des tissus, de fixer la matière colorante sur les parties de l'étoffe qui doivent rester blanches, et qui, dans la teinture proprement dite, décomposent en pure perte une partie des mordants. Dans ce but, j'ai ajouté à l'eau une certaine quantité d'acide (sulfurique, oxalique ou acétique), ou un peu de sumac.

Les eaux de la Lys ont exigé, pour être corrigées:

1 gr. d'acide sulfurique à 66°. ou 1.28 d'acide oxalique cristallisé, ou 1.60 d'acide acétique du commerce à 9°,	pour 4 lit. 5 d'eau.

Dans la teinture des laines, le mordançage a toujours été fait avec de l'eau ayant une légère réaction acide; les bains de teinture ont été faits avec les eaux telles quelles.

§ I. — Lavage de la laine dans les eaux de la Lys.

De la laine en suint a été désuintée et lavée avec l'eau de la Lys n'ayant subi aucune addition. L'expérience a montré que cette eau peut parfaitement servir pour cette application, et qu'il n'y a aucune différence appréciable entre son action et celle des meilleures eaux de rivière.

§ II. — Teinture des laines.

Les essais de teinture ont été faits:

Avec l'eau de pluie, prise comme terme de comparaison;

Avec l'eau de la Lys telle qu'elle;

Avec l'eau de la Lys filtrée;

Avec l'eau de la Lys, clarifiée par l'alun;

Avec l'eau du canal de Roubaix;

Avec l'eau d'un des trois puits de Roubaix.

Pour toutes les opérations de mordançage et de teinture, on a opéré, avec les diverses espèces d'eau, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire que, pour la même quantité de tissu, on a employé les mêmes mordants, des doses semblables de matières tinctoriales, que les différentes opérations ont été faites simultanément sur tous les échantillons à la fois et qu'elles ont eu la même durée. En rendant ainsi les conditions parfaitement égales, on était assuré d'obtenir des résultats parfaitement comparables et bien significatifs.

Dans tous les essais, j'ai moins cherché à obtenir des nuances riches et aussi corsées que possible, que des nuances intermédiaires, afin que les différences entre les échantillons fussent plus facilement appréciables à l'œil. Il ne faut donc pas juger les résultats obtenus d'une manière absolue, mais se rappeler qu'il s'agissait ici de comparaison à établir, et que, conséquemment, j'ai dû opérer de manière à ne pas saturer les mordants. Si j'avais pu travailler plus en grand, j'aurais eu moins de difficultés à vaincre, et je suis convaincu que les résultats eussent encore été plus probants que les résultats actuels. Les hommes pratiques comprendront cela.

1. TEINTURE EN GAUDE. Le mordançage a été effectué avec la composition d'étain et le tartre, en ajoutant préalablement à toutes les eaux, à l'exception de l'eau de pluie, une quantité d'acide acétique suffisante pour leur communiquer une légère réaction acide.

Pour la teinture, on a employé les eaux telles qu'elles, sauf que l'eau de pluie a été additionnée d'une très-petite quantité de carbonate de potasse.

Après le lavage et le séchage des échantillons, j'ai trouvé, en les comparant entre eux, qu'on devait les classer dans l'ordre suivant, eu égard à leur nuance et à leur éclat :

1° Echantillon obtenu avec l'eau de la Lys clarifiée par l'alun
2° — — l'eau de pluie ;
3° — — l'eau de la Lys filtrée ;
4° — — l'eau de la Lys telle qu'elle ;
5° — — l'eau du puits Lefebvre ;
6° — — l'eau du puits Wibaux ;
7° — — l'eau du canal de Roubaix.

Les trois derniers échantillons sont bien inférieurs aux quatre premiers.

La supériorité de l'eau de la Lys clarifiée par l'alun sur l'eau

de pluie est due à la présence du bicarbonate de chaux et probablement aussi à la petite quantité de sulfate de chaux, qui s'est formée par l'emploi de l'alun, et qui, comme nous l'a appris M. Chevreul, fonce la couleur jaune de la gaude.

2. TEINTURE EN COCHENILLE. Le *bouillon* et la *rougie* ont été faits avec les eaux corrigées par l'acide acétique. En comparant les échantillons teints, on doit leur assigner l'ordre suivant :

1° Eau de pluie ;
2° — de la Lys clarifiée par l'alun ;
3° — de la Lys filtrée ;
4° — du puits Grimompré ;
5° — de la Lys telle qu'elle ;
6° — du canal de Roubaix.

L'eau de la Lys additionnée d'alun le cède peu à l'eau de pluie, et est bien supérieure à toutes les autres sortes d'eaux.

3. TEINTURE EN BRÉSIL. On a mordancé en alun et tartre, en employant les eaux corrigées ; on a teint dans les eaux naturelles. Après comparaison des échantillons teints, je les ai rangés ainsi qu'il suit :

1° Eau de la Lys filtrée ;
2° — de la Lys telle qu'elle ;
3° — de la Lys clarifiée par l'alun ;
4° — du canal de Roubaix ;
5° — du puits Wibaux.

Les deux derniers échantillons sont bien inférieurs aux trois autres, et ont un ton violacé qui tient évidemment au carbonate de soude qui se trouve en forte proportion dans les eaux du canal et des puits de Roubaix.

4. TEINTURE EN VERT DE SAXE. La laine a été mordancée en alun et tartre en employant les eaux corrigées. La teinture a été faite avec le bois jaune et une addition convenable de sulfate d'indigo.

Les échantillons teints ont été classés dans l'ordre suivant:

1° Eau de la Lys filtrée;
2° — de la Lys telle qu'elle;
3° — de la Lys clarifiée par l'alun;
4° — du puits Wibaux;
5° — du canal de Roubaix;
6° — de pluie.

On voit ici que les eaux de la Lys sont bien supérieures à toutes les autres, puisqu'elles donnent un beau vert franc. Cela tient à ce que la matière colorante du bois jaune s'est fixée en bien plus grande quantité lors de la teinture.

§ III. — Teinture du coton.

1. TEINTURE EN BLEU DE CUVE. On a monté trois cuves à la chaux et à la couperose; la première avec de l'eau de pluie, la seconde avec l'eau de la Lys, la troisième avec l'eau du canal de Roubaix.

Au bout de quarante-huit heures, on a teint un écheveau de coton dans chaque cuve. Les eaux de la Lys et du canal de Roubaix ont fourni un bleu assez fort et assez beau ; l'eau de pluie a donné une teinture un peu moins belle.

Les eaux de la Lys et du canal de Roubaix paraîtraient donc plus propres que l'eau pure pour monter les cuves d'indigo. Cela n'est pas étonnant, quand on sait que ces eaux renferment une forte proportion de matières organiques, qui doivent aider à la désoxygénation de l'indigo. — L'eau du canal de Roubaix contient, en outre, un peu de carbonate de soude qui favorise évidemment la dissolution de l'indigo réduit.

2. TEINTURE EN CARTHAME. La matière colorante du carthame ne paraît pas subir d'altération de la part des eaux de la Lys et des puits de Roubaix. L'eau du canal de Roubaix seule a fourni un résultat inférieur à l'eau de pluie.

§ IV. — Garançage avec garance et garancine.

Les essais de teinture avec la garance et la garancine ont été faits avec les mêmes eaux que précédemment, et on les a corrigées soit avec de l'acide sulfurique, soit avec le sumac On a opéré avec l'appareil et avec les calicots mordancés par bandes dont j'ai fait adopter l'emploi depuis longues années dans les fabriques d'indiennes.

Chaque bain de garançage a été monté avec les doses suivantes :

Eau.....	1/2 litre.
Tissu.....	8 gr.
Garance FF..... ...	12 gr.
ou Garancine.....	2 gr.

On a mis les tissus dans le bain de teinture à + 25°, on a monté à + 75° en une heure et demie, on a porté à l'ébullition pendant une demi heure.

Les teintures faites avec la garance ont été avivées avec le chlorure de chaux et le savon ; celles obtenues avec la garancine ont été simplement savonnées ; seulement, on n'a pas poussé les avivages aussi loin qu'on le ferait en grand, afin de ne pas trop dégrader les couleurs.

En composant les différents tissus teints et avivés, voici comment on peut les classer par ordre de mérite :

GARANCE.	GARANCINE.
1. Eau de la Lys avec acide oxalique.	1. Eau de pluie.
2. Eau de la Lys clarifiée par l'alun.	2. Eau de la Lys avec acide sulfur.
3. Eau de pluie.	3. Eau de la Lys avec ac. oxalique
4. Eau de la Lys telle qu'elle.	4. Eau de la Lys telle qu'elle.
5. Eau de la Lys filtrée.	5. Eau de la Lys clarifiée par l'alun.
6. Eau du puits Grimompré.	6. Eau de la Lys filtrée.
7. Eau du puits Wibaux.	7. Eau de la Lys avec sumac.
8. Eau du puits Lefebvre.	8. Eau du puits Lefebvre.
9. Eau du canal de Roubaix.	9. Eau du puits Wibaux.
10. Eau de la Lys avec sumac.	10. Eau du puits Grimompré.
11. Eau de la Lys avec acide sulfur.	11. Eau du canal de Roubai

Les eaux corrigées avec le sumac donnent de très-bonnes nuances, excepté pour le violet ; ce n'est que par rapport à cette nuance que les échantillons sont placés dans un rang si inférieur; car pour les rouges et les puces, ils équivalent à l'eau de pluie, en tenant compte de cette circonstance que, par une erreur involontaire, le dosage de la garance a été réduit à moitié.

La quantité d'acide oxalique employé (0 gr. 5 pour 4 litres d'eau), qui a suffi pour le bain de garance, a été trop faible pour le bain de garancine; c'est ce qui explique le troisième rang qu'occupe, avec la garancine, l'eau de la Lys corrigée par cet acide.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Des analyses et des essais nombreux auxquels j'ai soumis les eaux de la Lys, prises à l'époque de l'année où l'on pouvait le plus craindre la mauvaise influence du rouissage du lin, il résulte pour moi la conviction intime que ces eaux sont, de toutes celles qui avoisinent les villes de Roubaix et de Tourcoing, celles qu'on doit préférer pour approvisionner ces deux villes, puisque :

1° Elles sont éminemment propres à l'alimentation des chaudières, par l'absence des sulfates;

2° Elles permettent de bien dégraisser et laver les laines;

3° Elles peuvent servir, soit telles qu'elles, soit après une purification industrielle, aux différents usages de la teinture et de l'impression des tissus.

Nota. A ce rapport étaient joints, comme pièces justificatives, les différents échantillons de teinture dont il est parlé dans le cours de ce travail.

IV.

Réponses aux questions posées par M. Féburier, inspecteur général des ponts-et-chaussées.

Par lettres, en date des 8 et 10 novembre 1859, de M. le Préfet

du département du Nord et de M. Ernoult Bayart, maire de Roubaix, je fus invité à répondre aux questions suivantes adressées par M. Féburier, inspecteur-général des ponts-et-chaussées, chargé de l'étude des projets relatifs à la distribution d'eau de Roubaix et Tourcoing :

« 1° Les eaux de la Lys peuvent elles être employées aux usages domestiques, au lavage des rues, même pendant l'été ? »

« 2° Les eaux dans les chaudières de teinture répandent-elles par l'ébullition une odeur telle qu'elles peuvent nuire à la santé des ouvriers? »

Voici dans quels termes, après mûres réflexions, j'ai cru devoir formuler une réponse dans une lettre adressée à M. le Maire de Roubaix, en date du 16 novembre 1859.

Réponse à la 1re question. C'est au milieu de l'été, pendant les plus fortes chaleurs que j'ai procédé, en 1858, à l'examen minutieux des eaux de la Lys. Les échantillons d'eau sur lesquels j'ai opéré ont été pris par moi au milieu des ballons dans lesquels on rouissait le lin ; c'est dire que l'eau puisée dans ces conditions était dans l'état le plus défavorable.

Or, à cette époque, ces eaux ne contenaient, en moyenne, par litre, que 0 gr. 3512 de matières en dissolution, comprenant :

0.3142 de matières minérales,
0.0370 de matières organiques ;

et les gaz dissous (44 cc. 91 par litre) se composaient de :

Acide carbonique	34.61	= 44 cc 91.
Azote	10.05	
Oxygène	0.25	

Il n'y avait aucune trace d'hydrogène sulfuré. Si, dans ces conditions, les eaux de la Lys sont peu propres à entretenir la vie des poissons et à servir de boisson à l'homme, à cause de l'absence de l'oxygène dans l'air dissous et peut-être aussi à cause des matières organiques qui s'y trouvent, elles peuvent

parfaitement bien être utilisées à tous les usages domestiques et industriels, au lavage des rues. Ce qui le prouve, d'ailleurs, c'est qu'à Comines et dans toutes les agglomérations placées sur les rives de cette rivière, on emploie ces eaux de toutes les manières, sans aucun dommage pour la santé publique.

C'est là un fait dont j'ai été témoin. Des relations de société m'appellent souvent à Comines, en sorte que je puis attester l'innocuité des eaux de la Lys pendant l'été, et cela *de visu*. Entr'autres faits que je crois devoir signaler, c'est celui de la fabrication de la bière avec l'eau de la Lys à Comines et à Menin, à toutes les époques de l'année. Seulement pendant les mois du rouissage, on force la quantité du houblon.

Mes analyses prouvent, d'ailleurs, que la proportion des matières dissoutes dans les eaux de la Lys est inférieure à celle qui est contenue dans les eaux de beaucoup de fleuves, rivières ou sources qui servent journellement aux usages domestiques. Ainsi :

Le Rhin, à Bâle, contient par litre.....	1gr.1711 de mat. dissoutes.
La Tamise, à Greenwich.....	0 . 3773
Le canal de l'Ourcq, près Paris.....	0 . 4521
La rivière de Ganzeville, près Fécamp....	0 . 3140
La rivière de Bolbec, à Lillebonne.....	0 . 3150
La source d'Arcueil, à Paris.....	0 . 4660
Les sources de Belleville et de Ménilmontant, près Paris.....	1 . 6490
Les sources alimentaires du Havre.....	0 . 3686 à 0 . 9256
Les sources alimentaires de Fécamp.....	0 . 2690 à 0 . 3780
Les puits artésiens d'Elbeuf.....	0 . 7100
Les puits artésiens de Lille.....	0 . 4780

Dans toute la Normandie, on applique les eaux des mares à tous les besoins de la vie, à la boisson des animaux, à la fabrication du cidre, et ces eaux sont tout aussi chargées de matières organiques que les eaux de la Lys prises au moment du rouissage.

Si les eaux dormantes deviennent parfois nuisibles à l'homme,

par suite des matières organiques qu'elles renferment et qui se putréfient dans leur sein précisément à cause de la stagnation et du non renouvellement des couches liquides, il n'en est plus de même pour les eaux courantes, comme celles des rivières, attendu que l'agitation, le mélange continuel des eaux pures avec celles qui sont chargées de détritus ou matières étrangères, font peu à peu disparaître celles-ci, en les étendant tellement qu'elles deviennent pour ainsi dire insaisissables ou en si minimes proportions que leur effet nuisible est anéanti.

Je puis donc certifier, tant par mes analyses et études des eaux de la Lys, que par le témoignage des habitudes suivies par toutes les populations riveraines, que même pendant l'été, à l'époque du rouissage, les eaux en question peuvent servir, et servent en effet, à tous les usages domestiques sans qu'il en résulte aucun inconvénient pour la santé publique.

Il est à noter que le rouissage n'a lieu que pendant cinq mois de l'année, tout au plus, en sorte que dans les sept autres mois, la Lys est dans des conditions plus favorables. Si donc, comme MM. les Ingénieurs en ont le projet, on soumet les eaux de la Lys, avant leur arrivée à Tourcoing et à Roubaix, à un système de filtration et d'aération dont j'ai étudié et approuvé les plans, je suis convaincu qu'il n'y aura réellement nécessité d'y recourir que pendant les mois du rouissage, car pendant tout le reste de l'année, les eaux de la Lys seront assez pures et assez aérées pour qu'il soit superflu de faire usage de la filtration et de l'aérage artificiel.

Réponse à la seconde question. Jamais je ne me suis aperçu que les eaux de la Lys, mises dans les chaudières de teinture, répandissent par l'ébullition une odeur telle qu'elles puissent nuire à la santé des ouvriers. C'est une allégation fausse et émise par des personnes qui n'ont aucune notion de chimie.

En supposant, ce qui n'est pas, que les eaux de la Lys contiennent un peu d'hydrogène sulfuré, elles perdraient la totalité

de ce gaz dès les premières atteintes de la chaleur, et la quantité de ce gaz mêlé à une énorme quantité de vapeur d'eau n'aurait pas grand effet sur les ouvriers.

Quant aux matières organiques dissoutes, la chaleur les coagule bien vite, les amène sous forme d'une légère écume à la surface de l'eau, et, dans cet état, elles n'ont ni odeur, ni action fâcheuse sur la santé des ouvriers.

Mais, je le répète, il est faux que les eaux de la Lys, prises dans les moments les plus actifs du rouissage, émettent une odeur désagréable quand on les chauffe et, à plus forte raison, qu'elles exercent, dans ces circonstances, une action funeste sur les ouvriers teinturiers qui les emploient. C'est tout au plus si les eaux du canal de Roubaix, véritable lessive de matières organiques en putréfaction, exercent cet effet!

En résumé, je persiste à soutenir toutes les conclusions que j'ai formulées dans mes rapports de 1858, et qui doivent être dans les mains de M. l'Inspecteur-général Féburier.

V.

Observations présentées à MM. les Ingénieurs de Lille, à la date du 24 décembre 1859, pour expliquer certains passages de mon troisième rapport de 1858 sur les eaux de la Lys.

1. Dans les premières pages de mon troisième rapport, en indiquant les caractères des eaux de la Lys, prises le 19 août à Bousbecques, par la température la plus chaude de l'année, et en pleine saison de rouissage, j'ai constaté :

« Que ces eaux étaient troubles, avaient une odeur fétide et qu'elles émettaient de nombreuses bulles de gaz. »

Cela n'a rien de surprenant, car leur température était à + 18° et elles contenaient les matières organiques dues au rouissage du lin.

Toutes les petites rivières d'un cours très lent, comme la Lys, qui reçoivent accidentellement des résidus de fabriques travaillant des matières organiques, ou qui coulent sur des fonds tourbeux ou vaseux, présentent les mêmes conditions.

Mais il faut bien comprendre que les matières organiques qui sont en suspension ou en dissolution dans une eau courante, ne tardent pas à disparaître en grande partie à une distance peu éloignée de l'endroit où elles apparaissent. Elles éprouvent une fermentation ou une série de métamorphoses qui en changent la constitution.

Les matières qui sont en suspension sont des germes ou des globules microscopiques, des infusoires à toutes les périodes de développement et de transformations, qu'il est facile d'apercevoir, même dans une eau courante, au moyen d'un microscope d'un pouvoir grossissant assez considérable.

Les matières dissoutes sont des principes immédiats non organisés, n'ayant aucun des attributs de la matière vivante. Les unes éprouvent peu à peu, sous l'influence de l'action comburante de l'oxygène atmosphérique dissous dans les eaux, des dédoublements successifs dont le dernier terme appréciable est de l'acide carbonique. Les autres sont bientôt envahis par une véritable fermentation putride, qui les détruit complètement, en donnant lieu à des émissions de gaz hydrogène carboné, de gaz oxyde de carbone et d'acide carbonique.

Dans tous les cas, je le répète, à quelques kilomètres de l'endroit où ces matières organiques viennent s'ajouter aux eaux d'une rivière, la plus grande partie a disparu, car par l'analyse on n'en trouve plus en dissolution qu'une quantité insignifiante.

Si donc à Bousbecques, l'eau de la Lys était relativement assez chargée de matières organiques, à 8 kilomètres plus loin, là où le rouissage n'avait plus lieu, elle ne devait plus en contenir qu'une minime quantité.

Quoi qu'il en soit, cet état de la Lys est anormal, et ne se

présente que pendant les mois les plus chauds de l'année, lorsque tous les *ballons* contiennent du lin à rouir.

En automne, en hiver et au printemps, les eaux de la Lys n'ont pas d'odeur, elles sont claires et ne contiennent qu'infiniment peu de matières organiques en dissolution.

Même dans les plus mauvais moments, elles sont encore bien moins odorantes, bien moins chargées de matières organiques que les eaux de l'Escaut et surtout que les eaux du canal de Roubaix.

Même dans les plus mauvais moments, elles sont propres à tous les usages industriels ; mes expériences l'ont bien prouvé ; je renvoie à mes *conclusions générales.*

Est-ce que les eaux de la Bièvre à Paris, dans le quartier Mouffetard et au-dessus, ne servent pas à une foule d'industries? Et cependant elles sont pour le moins aussi chargées, sinon plus, de matières organiques que les eaux de la Lys.

Les eaux de Sathonay, de Neuville, des Trois-Cornets, à Lyon ou dans ses environs, renferment :

En matières organiques..... { 0.015 / 0.040 / 0.050

et néanmoins elles servent parfaitement aux industries du pays!

Les eaux des sources et des rivières de la Loire-Inférieure donnent un résidu organique dont le poids varie de 0.0033 à 0.052.

Les eaux de puits de Reims, employées par les industriels, offrent souvent 0,10 à 0,40 de matières organiques!

Dans l'eau d'un puits foré à St-Sever, faubourg de Rouen, j'ai trouvé 0.044 de matières organiques azotées, et cependant toute la population de ce quartier a fait usage de cette eau pendant de longues années pour tous ses besoins journaliers.

L'eau de pluie et l'eau de neige donnent de 0.025 à 0,24 de

matières organiques; et cependant on *boit* journellement l'eau de pluie sans en ressentir aucun dommage!

Il ne faut donc pas attacher trop d'importance à ces matières organiques des eaux, surtout lorsque celles-ci ne doivent être employées que dans l'industrie. Je n'ai jamais vu, dans ma longue carrière scientifique, une eau aussi peu chargée de matières organiques que les eaux de la Lys ne pas pouvoir servir aux applications industrielles.

2. Relativement à l'anomalie qui paraît exister dans les tableaux d'analyse des eaux de la Lys, relativement à la proportion des matières organiques qui est plus forte dans les eaux prises à 50 mètres des ballons que dans celles prises à 1 mètre 50 de ces mêmes ballons, je dirai que c'est uniquement par un défaut d'explication que cette anomalie paraît exister.

On a oublié de consigner dans le rapport que l'eau à 1^{m} 50 a été prise à la hauteur des ballons, et que l'eau recueillie à 50 mètres *en aval*, a été puisée dans un endroit où l'eau de la rivière était au *maximum d'impureté*, ainsi que l'explique le procès-verbal de prise, rédigé à ma demande par les deux personnes qui ont été chargées par M. Menche et moi de faire les prises d'eau.

3. Le filtre proposé par MM. les Ingénieurs pour purifier l'eau de la Lys retiendra évidemment le limon entraîné par cette eau; mais la couche du filtre ne sera sali par ce limon que dans une épaisseur de 1 à 2 centimètres. Il suffira donc d'enlever de temps en temps cette couche superficielle, et de la remplacer par des matières filtrantes nouvelles, pour remettre ce filtre en état. C'est une manœuvre que l'on pratique dans tous les filtres, quels qu'ils soient, qui servent à la purification des eaux.

VI.

Je terminerai ce travail par quelques renseignements sur la suite qui a été donnée aux propositions de MM. les Ingénieurs

relativement à l'exécution de la distribution d'eau de Roubaix et Tourcoing.

Le Conseil général des ponts et chaussées n'a pas jugé utile la construction de filtres. On le comprend puisqu'il s'agit d'une distribution d'eau industrielle. La filtration en grand, ainsi que l'a prouvé l'expérience tentée à Marseille, est d'ailleurs une opération très-onéreuse et qui donne les plus médiocres résultats. Enfin, chacun peut filtrer chez soi facilement.

Les travaux de la distribution d'eau sont en plein cours d'exécution. L'eau, prise à la Lys, à Bousbecques, sera refoulée par cent vingt chevaux-vapeur dans une conduite en fonte de 50 centimètres de diamètre et de 7 300 mètres de longueur. L'eau sera élevée à 16 mètres au-dessus du point culminant de Tourcoing, soit à 54 mètres au-dessus de la Lys, et sera reçue dans deux réservoirs métalliques placés sur base en maçonnerie de 5 mètres 50 c. de hauteur et de 16 mètres de diamètre. Un troisième réservoir sera établi au point culminant de Roubaix; il aura 20 mètres de diamètre et 5 m. 50 c. de hauteur.

La distribution d'eau fonctionnera régulièrement dans le cours de 1863. Le prix de revient de l'eau sera, en moyenne, le cinquième du prix de revient actuel. Il y aura donc, pour l'industrie, un double bienfait, tant au point de vue de la qualité de l'eau qu'à celui de l'économie réalisée sur le prix de l'alimentation.

HORACE A ATHÈNES,

Par M. HINSTIN,

Membre résidant.

SEANCE DU 22 MARS 1862.

Essayons de suivre Horace à Athènes et de nous y arrêter quelques instants avec lui : peut-on faire un voyage plus charmant avec un compagnon plus aimable? Pourquoi faut-il que, dans son petit volume de poésies, les souvenirs d'Athènes soient si rares, et que pas une de ses délicieuses épîtres ne nous soit venue, datée des Jardins de l'Académie ou d'Epicure? Horace nous y ferait lui-même une relation bien piquante de sa vie d'étudiant dans cette espèce d'Université Athénienne qui instruisit et charma sa jeunesse. Faute de mieux, on peut recueillir dans ses œuvres, ou ailleurs, les moindres traces de ce séjour, glaner çà et là et réunir des traits épars, pour faire revivre l'image du poète, et la replacer par la pensée au milieu des études et des plaisirs que la brillante cité de Périclès offrait encore à ses hôtes de Rome.

I

Horace ne pouvait manquer de faire le voyage d'Athènes. Son esprit si fin, si attique, l'y attirait, comme dans sa véritable patrie; son éducation littéraire et toute grecque l'y avait admirablement préparé. Horace appartenait-il donc à quelque noble

et riche famille de Rome, pour se permettre un tel luxe d'études? Non. Son père était un pauvre affranchi, huissier et percepteur dans une petite ville de l'Apulie. Mais le bonhomme eut le mérite de deviner le génie de son fils, et de se vouer tout entier à le faire éclore, pour la gloire immortelle de son nom. Horace n'était-il pas en effet un enfant merveilleux? Un jour qu'il dormait dans la montagne, des colombes étaient venues le couronner de lauriers et de myrtes : gracieuse légende qui nous fait entrevoir son enfance déjà poétique et pleine de brillantes promesses. Aussi son père dédaigne-t-il pour un tel fils la petite école de son village, qui recevait pourtant les illustres rejetons des centurions de l'endroit [1]. Il le mène à Rome, lui fait suivre les leçons de tous ces maîtres d'élite accourus de Grèce et d'Asie pour initier la jeunesse romaine aux raffinements inconnus de leur ingénieuse philosophie et de leur harmonieuse éloquence. Il lui paie, sur ses pauvres économies, une riche garde-robe, un train de maison, qui lui permette de marcher fièrement au milieu des jeunes patriciens ses condisciples. Lui-même il l'accompagne aux écoles, et reste partout à ses côtés pour encourager ses progrès et protéger la pureté de son âme. Horace ne parle qu'avec une émotion touchante de ce dévouement paternel. Il aime à se rappeler ces premières et douces études. « J'ai eu, s'écrie-t-il, le bonheur d'être élevé à Rome! » C'est là qu'il commence à lire Homère, qu'il prend le goût de la poésie et des arts de la Grèce, et que, peut-être, il sent pour la première fois s'éveiller en lui, au contact de tant de chefs-d'œuvre, l'ambition de les imiter. Dès lors Athènes l'appelait. C'est à Athènes qu'il doit achever son éducation poétique, et puiser, comme à la source, ce « *Spiritum graiæ tenuem Camenæ* » ce souffle délicat de la Muse grecque, dont il semble, en effet, avoir lui seul hérité.

[1] Sat. I. 6.

II

On ignore à quelle date précise Horace partit pour Athènes, mais on sait qu'il s'y trouvait l'année de la mort de César. Il avait vingt ans, toute la grâce de l'esprit, toute la fraîcheur de la jeunesse. C'est le temps qu'il regrette plus tard lorsque, devenu chauve, obèse et chagrin, il demande qu'on lui rende sa vigueur d'autrefois, ses longs et beaux cheveux noirs ombrageant son front, le doux parler, l'aimable sourire.

Reddes dulce loqui, reddes ridere decorum.

Il rencontre à Athènes une charmante et un peu frivole société de jeunes nobles romains, apprentis politiques, apprentis orateurs, qui viennent y chercher, non pas seulement, comme Horace, une sérieuse et délicate culture de l'esprit, mais aussi l'élégante oisiveté de la vie athénienne : les Bibulus, les Varus, les Acidinus, les Messala. Il semble que le fils de l'affranchi dût être un peu dédaigné et laissé à l'écart par ces fiers rejetons des grandes familles romaines. Cependant il prend place parmi eux, s'impose à leur respect, et conquiert leur amitié. Ce succès, qui lui fait honneur, il le devait d'abord à son père, le pauvre huissier de Venouse qui, sans doute, à Athènes comme à Rome, et encore plus qu'à Rome, continua de se ruiner pour donner à son fils un train de maison dont il n'eût pas à rougir. Mais il le devait surtout à lui-même, à la séduction de son esprit et de son talent, à la simple fierté de son âme. De l'esprit ! Certes il en avait de reste, pour enchanter ses jeunes compagnons, et, au besoin, pour les remettre à leur place, s'ils s'avisaient de faire sonner trop haut devant lui leur illustre naissance : « J'ai l'humeur pacifique, mais ne me touchez pas ! car alors, gare aux épigrammes ! [1] » Notre

[1] Sat. II. 1.

spirituel et malicieux poéte était donc le bienvenu au milieu de ces fils de patriciens. Il devait même exercer sur eux un ascendant irrésistible, leur donner le ton, et présider à leurs études par son intelligence et sa science précoces, comme à leurs plaisirs par son goût exquis et son aimable enjouement.

III

Les études d'Athènes étaient surtout philosophiques. L'éloquence avait des écoles rivales à Mitylène, à Smyrne, à Rhodes. Mais nulle part encore la philosophie ne pouvait être enseignée avec plus d'éclat que dans la patrie de Socrate : elle y était née, elle y régnait toujours en souveraine. Théomneste et Cratippe professaient à l'Académie et au Lycée ; les doctrines épicuriennes et stoïciennes avaient encore leur école et leur chaire spéciales. Certes, il y avait là de quoi éveiller parmi nos jeunes gens plus d'une vocation philosophique. Malheureusement ils restaient trop romains, même à Athènes, pour se soucier beaucoup de métaphysique ; et Horace, en particulier, était trop poète pour consentir à plier sa capricieuse imagination aux lois inflexibles d'un système. — Horace n'étudie donc la philosophie qu'en amateur, en curieux indifférent ou, comme nous dirions aujourd'hui, éclectique. « Ne me demandez pas, dit-il plus tard, quel guide je suis, quel saint j'adore en philosophie. Je ne m'enchaîne, je ne prête serment à aucun maître. Le hasard me conduit à un système, je m'y arrête, mais en passant, comme à l'auberge [1]. » — C'est ainsi qu'on se le représente volontiers à Athènes. Aujourd'hui, il va frapper à la porte de l'école stoïcienne : il y apprend l'austère doctrine de Zénon sur la vertu, sur la fermeté de l'âme, sur les devoirs du citoyen : ce qui ne

[1] Epit. I. 1.

l'empêche pas de trouver que les Stoïciens étalent des barbes ridicules, et que leur sage idéal est en dehors de l'humanité. Demain, il se rend au petit jardin embaumé de fleurs, « *Cecropius suaves exspirans hortulus auras* [1] », où l'on enseigne la doctrine épicurienne : il se laisse volontiers entraîner vers cette riante morale, sur cette pente facile de l'insouciance ; mais il n'ira pas jusqu'au bout, et refusera, quoi qu'il en dise, de faire partie du troupeau. Un autre jour, nous le voyons se promener sur les gazons de l'Académie, et s'y livrer aux exercices de dialectique qui composaient désormais en grande partie l'enseignement, bien réduit, des héritiers de Platon. Il y développe et assouplit son esprit, il y acquiert la finesse et la droiture du jugement. C'est aux leçons de l'Académie qu'il donne plus tard la première place dans ses souvenirs d'Athènes et dans sa reconnaissance : « Athènes, dit-il, m'a appris à distinguer le juste et le faux ; elle m'a permis de chercher la vérité sous les ombrages d'Académus [2]. »

IV.

Cependant Horace ne pouvait s'en tenir là. Il n'a pas encore épuisé toutes les ressources de l'éducation athénienne. Des inscriptions curieuses, récemment découvertes à Athènes, sont venues fort à propos nous apprendre comment y était organisée à cette époque l'éducation publique [3] : elles nous transportent au milieu même de cette jeunesse accourue de tous les points de la Grèce, de l'Asie, et de l'Italie, dans la cité de Minerve. Nous y voyons les Éphèbes réunis en une sorte de corporation, parfaitement disciplinée, sous la tutelle d'un magistrat nommé *cosmète*,

[1] Ciris.
[2] Epit. II. 2.
[3] Publiées dans une revue athénienne, le Φιλίστωρ (1861).

choisi par le peuple parmi les hommes dont la vie est sans tache. Les jeunes romains entrent dans la corporation, à titre d'étudiants étrangers : mais on devine qu'ils y affecteront la supériorité un peu dédaigneuse du peuple roi. Ils traitent de haut leurs condisciples grecs, qui sont forcés d'aller à leur rencontre lorsqu'ils arrivent, et de rendre cet hommage, comme dit l'inscription, aux amis et alliés d'Athènes. Cette réserve gardée, ils prennent part aux mêmes cérémonies, moins régulièrement sans doute, surtout Horace. Je vois donc notre poète fréquenter avec les Éphèbes, ces grands et somptueux gymnases d'Athènes où se développaient à la fois l'esprit et le corps. Il déclame quelques instants à l'école du rhéteur, passe de là au cours de philosophie, puis se rend à la palestre pour la lutte et la course. J'imagine pourtant qu'il était fort médiocre lutteur et coureur, et peu soucieux de se livrer à ces violents exercices, qui ne s'accommodaient guère à la délicatesse de son tempérament et de ses goûts. Tout au plus, jouera-t-il au disque et à la paume. Il aime mieux, sans doute, une promenade, une spirituelle causerie avec ses amis dans ces beaux jardins entourés d'autels, de statues, de fontaines, qui entouraient les gymnases. Est-il plus assidu aux exercices stratégiques des Ephèbes, à leurs expéditions de fantaisie sur les frontières de l'Attique, à leurs simulacres de batailles navales dans les eaux de Salamine [1] ? J'en doute, car il n'a pas l'humeur belliqueuse ; et de plus, ces jeunes romains sont trop fiers pour assister, autrement qu'en spectateurs curieux et dédaigneux, à ces parades militaires d'un peuple vaincu.

V.

Combien, au contraire, le caractère religieux et poétique de l'éducation athénienne devait-il charmer l'imagination d'Horace! C'est tantôt un pélerinage dans la plaine de Marathon, où les

[1] Inscriptions.

jeunes Athéniens vont s'inspirer des glorieux souvenirs de leur histoire ; tantôt une pieuse visite au champ des morts, pour adorer et purifier les tombeaux des anciens héros d'Athènes [1]. Horace suit la pompe d'Eleusis, conduit, avec ses compagnons, les victimes couronnées de fleurs, et admire la grâce des jeunes Athéniennes portant sur leur tête, comme les caryatides de l'Acropole, les corbeilles de Cérès,

Ut Attica virgo
Cum sacris Cereris procedit....[2]

il se mêle au cortége des Panathénées, le retrouve tel que Phidias l'a sculpté autour du Parthénon, et croit voir la frise de marbre s'animer et marcher devant ses yeux. La fête de Minerve n'avait, en effet, rien perdu de sa beauté ni de sa grandeur ; et un jeune poète romain, sans doute un des compagnons d'Horace à Athènes, en décrivant le voile magnifique de la déesse, porté sur une galère triomphale, pouvait encore s'écrier : « Heureux ce jour, heureux ceux qui l'ont vu [3] ! » Enfin vient la fête de Bacchus. C'est le jour choisi pour la distribution des couronnes méritées par les Éphèbes et par leurs maîtres. C'est le jour des grandes représentations théâtrales. Horace entend réciter les vers de Sophocle et d'Euripide sur la scène même où, quatre siècles auparavant, Athènes les avait applaudis pour la première fois.

VI.

Il y aurait plaisir encore à suivre Horace dans les mille détails charmants de sa vie athénienne, s'il n'était sur ce point d'une discrétion vraiment désespérante. On serait tenté de croire qu'en homme de goût, il évite à dessein l'éloge d'Athènes,

[1] Inscriptions.
[2] Sat. II. 8.
[3] Le Ciris, attribué à Gallus.

comme un sujet usé et banal. Il se moque en effet des poètes « qui ont toujours Athènes à la bouche, et vont chercher, pour s'en faire une couronne, l'olivier que déjà tout le monde a cueilli [1]. » Il nous dira : « La guerre m'a arraché à ce pays délicieux, » ou bien « Athènes, qui m'a été si bienfaisante [2] » : Mais ces expressions, qui expriment sans doute avec force les souvenirs émus du poète, ne font qu'irriter notre curiosité.

On voudrait, à Athènes comme à Rome, l'accompagner dans ses promenades capricieuses d'artiste et d'intelligent flaneur, errant seul partout où le mène sa fantaisie,

quâcumque libido est,
Incedo solus,

absorbé dans quelque poétique rêverie, au milieu des gracieuses images que ses yeux, à son insu, rencontrent à chaque pas dans les rues d'Athènes,

Nescio quid meditans nugarum, et totus in illis;

aimant surtout « à parcourir le soir l'agora solitaire [3], » comme aujourd'hui encore le voyageur profite des nuits claires d'Athènes, pour aller chercher une sorte d'apparition du passé au milieu des ruines de l'Acropole, que la lune éclaire doucement de ses rayons.

S'il ne se promène pas, c'est, sans doute, qu'il soupe avec ses jeunes amis de Rome, Pompeius Grosphus « le plus aimé de tous, » V. Messala, esprit enjoué et solide « tout imprégné des doctrines de Socrate [4], » sans pourtant mépriser la « chère amphore; » et bien d'autres. On se couronne de myrte, « de simple myrte; » on boit à petites gorgées « *modicis uvescere lætius;* » et surtout on cause : charmants soupers fins de poète, qu'Horace assaisonnait de tout son esprit et de toute sa malice.

[1] Od. I, 7.
[2] Epit. II, 2.
[3] Sat. I, 6.
[4] Od. III, 21.

Il laissait à d'autres, et notamment, j'en ai peur, au fils de Cicéron, qui se trouvait alors à Athènes mais que ses goûts, éloignaient certainement de cette petite société de délicats, il leur laissait « les orgies qui alourdissent le corps, font plier aussi l'âme, et traînent dans la fange cette parcelle de l'intelligence divine [1]. » Ne craignez rien de tel chez Horace. Demain, il se réveillera dispos, sans pourtant se lever avant dix heures [2]: jusque là, il reste au lit, rêvant, ou lisant quelques-uns de ses livres favoris, Platon, Ménandre, les poètes lyriques, et par-dessus tout Homère; ou bien méditant un de ces petits poèmes grecs, sans doute fort gracieux, qui devaient si facilement éclore de son génie sous le ciel d'Athènes, jusqu'au jour où le dieu Quirinus lui apparaîtra en songe, et lui rappellera qu'il se doit à la langue nationale [3].

VII.

Cette vie d'Athènes finit trop tôt pour le jeune étudiant: il faut avouer de plus qu'elle finit par une fâcheuse mésaventure.

César vient d'être assassiné à Rome, et déjà Antoine et Octave se disputent son héritage. Brutus [4] s'échappe de l'Italie en fugitif, débarque au Pirée, et entre à Athènes en triomphe, au milieu des applaudissements de ce peuple toujours frivole et enthousiaste, toujours prompt à s'enflammer au seul mot de liberté, sauf à retomber ensuite jusqu'à diviniser Antoine [5]. Comment nos jeunes romains, et Horace avec eux, n'auraient-ils pas été enflammés de cette ardeur patriotique? Avec toute la fougue de

[1] Sat. II, 2.
[2] Ibid. I, 6.
[3] Ibid. I, 10.
[4] Plut. Brutus.
[5] Id. Antoine.

leur âge, ils maudissent le tyran et acclament le libérateur. Aussi Brutus, qui, tout en affectant de suivre les cours des philosophes et des rhéteurs, recrutait dans l'ombre, parmi cette bouillante jeunesse, des soldats pour l'armée de la République, n'a-t-il pas de peine à enrôler nos étudiants. Il distingue Horace, et lui confie une légion avec le titre de tribun militaire [1]. Horace colonel! Le contraste est piquant. Il paraît que ses nobles compagnons voyaient d'assez mauvais œil un tel honneur accordé à un fils d'affranchi. Horace méprisait cette basse jalousie. Cependant, il ne peut s'empêcher de reconnaître, avec une franchise charmante, qu'il n'avait peut-être pas les qualités de cet emploi; et il a bientôt l'occasion de le prouver. Dans cette désastreuse bataille de Philippes, qui ruine à jamais la République et qui fonde l'Empire, il a peur, jette son bouclier et se sauve [2]. Et les critiques de prononcer ici le gros mot de lâcheté. Soyons plus justes. Horace n'est pas un héros, pas plus que Démosthènes dans les mêmes circonstances : à Philippes, il jette sa défroque de tribun militaire, et reprend sa lyre de poète. Où est le mal? Et qu'aurions-nous gagné, qu'aurait gagné Rome, à lui voir plus de courage et moins de génie. Ce n'est point par les armes qu'il doit servir sa patrie et immortaliser son nom, mais par ses chants. Athènes renvoyait à Rome, non pas un soldat de plus (Rome n'en avait pas besoin), mais le plus exquis des poètes,

Adjecere bonæ paulo plus artis Athenæ [3].

C'était assez pour la gloire d'Athènes et d'Horace.

[1] Sat. I, 6.
[2] Ep. II, 2. Od. II, 7.
[3] Ep. II. 2.

DE LA

MIGRATION DU PHOSPHORE

DANS LA NATURE,

Par M. B.in CORENWINDER,

Membre résidant

SÉANCE DU 4 AVRIL 1862

LE PHOSPHORE DANS LES PLANTES.

Je me suis proposé, il y a déjà quelques années, de faire des recherches sur la migration du phosphore dans les plantes, et j'ai été entraîné vers cette séduisante étude, parce que j'avais remarqué antérieurement que cet élément varie en proportions dans leurs cendres suivant l'époque de la végétation.

Il serait évidemment plus utile et plus philosophique de chercher à établir les variations de quantités que tous les éléments minéraux des plantes éprouvent pendant le cours de leur existence; mais, outre que cette étude présente des difficultés presque insurmontables et qu'elle donnerait lieu à des analyses fort multipliées, il serait plus difficile de saisir au milieu des chiffres trouvés, les analogies, les lois qui président à l'accomplissement des phénomènes.

De Saussure, cependant, qu'on peut appeler l'initiateur des phénomènes chimiques de la végétation, a démontré, il y a bientôt 60 ans [1], que les principes minéraux des plantes varient en proportions, suivant leur âge, indépendamment de l'influence qu'exerce la nature du sol. Par de nombreuses analyses de cendres, il a fait connaître, relativement aux phosphates, aux alcalis, à la magnésie, la silice, les chlorures, etc., des faits intéressants, mais incomplets. J'ai vérifié les observations de cet éminent chimiste, relatives aux phosphates, et si j'ai ajouté des faits nouveaux à ceux qu'il a publiés, je n'ai pu que respecter les lois qu'il a établies et les développer par de nouvelles et nombreuses investigations.

Je me suis donc borné à l'étude du phosphore dans les différents organes des plantes, suivant l'époque de leur développement. A mesure que mes connaissances sur ce sujet se sont étendues, j'ai agrandi le champ de mes recherches, et je me suis aventuré dans des régions peu ou point explorées jusqu'aujourd'hui.

Dans le règne végétal, le phosphore circule et se transporte partout où doit s'accomplir le phénomène qui constitue la fin de tous les actes de la nature : la reproduction. Les grains polliniques des fleurs sont riches en phosphore, ainsi que la liqueur séminale des animaux supérieurs et la laitance des poissons.

La composition des cendres de ces organes est sensiblement la même à de faibles différences près.

Dès que le pollen a fécondé l'ovaire, la graine se développe, arrive à maturité, et dès-lors elle a condensé en elle tout le phosphore que la plante a puisé dans le sol, et celui qui existait primitivement dans la semence. Si la végétation s'est accomplie dans toute sa plénitude, si les fruits n'ont pas été cueillis pré-

[1] *Recherches chimiques sur la végétation.*

maturément, la tige, les feuilles, les racines ne contiennent plus de phosphates, ou au moins, n'en renferment plus qu'une faible proportion.

Pendant que les diverses phases de la végétation s'accomplissent, le phosphore circule dans les plantes conjointement avec les matières albuminoïdes dont la destination ultime est la même. Contrairement à ce qui se passe dans le règne animal, cet élément ne se fixe pas dans le tissu des plantes, il ne fait que les traverser, et les organes qui constituent leur charpente, qui leur donnent de la rigidité, en sont dépourvus.

Ainsi que je l'ai annoncé dans un précédent mémoire, le tissu cellulaire et fibreux des végétaux donne une cendre riche en silice et en chaux, mais dépourvue de phosphates. Ce fait est vrai au moins pour les racines, les tiges et les feuilles contenant du liquide et dont les éléments azotés se dissolvent avec facilité.

Les parties des végétaux qui ne servent pas essentiellement à l'accomplissement de l'acte vital sont pauvres en phosphore, et souvent elles en sont dépourvues. Les coques des amandes et des noisettes, etc., après maturité, sont dans ce cas (*Note* 1).

Enfin, dans les produits des excrétions des végétaux, tels que les gommes, les mannes, les résines, le caoutchouc, il n'y a pas sensiblement de phosphore.

Selon toutes probabilités la plante conserve intégralement cette matière si précieuse, si utile à ses descendants; elle ne rejette au dehors que des substances qui ne doivent pas servir à la formation des fruits.

J'ai établi tous ces faits dans un travail publié précédemment. Ce qui va suivre n'a d'autre but que de confirmer et d'étendre ces principes (*Note* 2).

I.

On sait généralement que la graine est riche en phosphore. Si on la considère dans sa totalité, sans en séparer les enve-

loppes, on trouve que ce corps abonde d'autant plus que le périsperme ou les cotylédons sont plus développés.

C'est surtout dans ces derniers organes que l'acide phosphorique existe en proportion notable.

Ayant analysé le périsperme (l'albumen) de la noix de coco, j'y ai trouvé les proportions suivantes d'eau, de matières organiques et minérales :

Eau	31,62
Matière végétale	67,17
Cendres	1,21
	100,00

Cent parties de cendres renfermant 24,94 parties d'acide phosphorique, dans l'albumen lui-même il y en a donc 0 g. 302 pour cent (*Note* 3).

Le lait que j'ai également examiné avait une densité de 1029, contenait du sucre, beaucoup de sel marin, peu d'acide phosphorique : (0g.0166 par décilitre) et aussi peu de substance albuminoïde. Ce liquide est sans doute la première nourriture de l'embryon lorsque celui-ci placé, dans des conditions convenables de chaleur et d'humidité, tend à se developper pour donner naissance à un bourgeon. (*Note* 4).

La découverte d'une grande quantité de phosphore dans les graines est déjà ancienne, dit de Saussure [1]. Elle date du temps de Pott et de Margraff. Vauquelin et Fourcroy ont retiré du phosphate ammoniaco-magnésien de quelques graines avant leur combustion. (*Note* 5).

Je crois que c'est souvent sous cette forme que le phosphore existe dans les végétaux. Toutefois, dans certaines graines, il y a probablement aussi de fortes proportions de phosphates alcalins (*Note* 6).

[1] *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 196.

III.

« La feuille d'un arbre contient des cendres plus chargées de phosphates en sortant de son bouton, que dans toutes les époques postérieures de la végétation. »

Ce principe, énoncé par de Saussure, a été confirmé depuis par les expériences de M. Isid. Pierre, celles de M. Garreau (de Lille) et les miennes. De Saussure en le développant, l'a environné d'obscurités qui ont pris leur source dans l'erreur qu'il a commise en dosant les phosphates terreux et alcalins, et non isolément l'acide phosphorique contenu dans les cendres des végétaux.

J'ai repris ces observations, et j'ai eu soin de rapporter la proportion d'acide phosphorique, non pas à la cendre seule, mais à la plante elle-même que j'ai examinée à divers époques de son développement.

En 1860 j'avais fait planter, au mois de mars, un champ de fèves pour la nourriture des chevaux, il me vint dans l'idée de faire sur ces plantes des recherches analytiques, et de déterminer la proportion d'acide phosphorique qu'elles contenaient aux époques principales de leur végétation. Je vais faire connaître les résultats de mes analyses et en tirer les conséquences.

Première analyse.

Avril 1860. — Plantes n'ayant que deux feuilles dépliées et deux droites non encore ouvertes. On a opéré cette fois-ci et les suivantes sur les tiges et les feuilles sans les racines ni les cotylédons.

Poids d'une seule plante.		0 gr. 842
Eau		89,311
Matières organiques		9,562
Acide phosphorique.	0,264	1,126
Silice, alcalis, chaux, etc. . . .	0,862	
		100,000

La cendre renfermait donc 23,45 pour cent d'acide phosphorique, et la plante entière 0 gr. 0022.

Deuxième analyse.

9 mai. — Plante ayant quatre feuilles développées.

Poids d'une seule plante . . . . . 5 gr. 69.

Eau.		87,120
Matières organiques		11,000
Acide phosphorique	0,175	1,880
Silice, alcalis, chaux, etc.	1,705	
		100,000

Les cendres contenaient donc 9,30 pour cent d'acide phosphorique et la plante entière 0 gr. 0099.

Troisième analyse

26 mai. — Au moment où les boutons de fleurs commencent à paraître.

Poids de la plante . . . . . 25 gr. 155

Eau.		88,250
Matières organiques		10,150
Acide phosphorique	0,125	1,600
Silice, alcalis, chaux, etc. . . .	1,475	
		100,000

Les cendres renfermaient donc 7,81 pour cent d'acide phosphorique et la plante entière 0 gr. 0314.

Quatrième analyse.

27 juin. — La plante est en fleurs, les gousses encore très petites commencent à paraître.

Poids de la plante ayant 1 mètre de hauteur. 64 gr. 7.

Eau.		83 107
Matières organiques		15 175
Acide phosphorique	0,176	1 718
Chaux, fer, alcalis, etc	1,542	
		100 000

Il y avait donc dans la cendre 10,24 pour cent d'acide phosphorique. La plante entière en contenait 0 gr, 114.

Cinquième analyse.

30 juillet. — La plante porte 17 gousses de fruits déjà gros (celles-ci ne sont pas comprises dans l'analyse).

Poids de la plante ayant 1 mètre 05 de hauteur. 97 gr. 35.

Eau		81,000
Matières organiques		17,611
Acide phosphorique	0,089	1,389
Chaux, fer, alcalis, etc.	1,300	
		100,000

Les cendres renfermaient donc 6,42 pour cent d'acide phosphorique, et la plante entière 0 gr. 087

Enfin le 18 août 1860, les fèves étant mûres, on coupa les tiges et on les fit sécher sur le sol comme d'habitude.

Les tiges sèches, dépouillées de leurs fruits furent analysées à plusieurs reprises, et je trouvai dans leur cendre, ainsi que je l'avais observé plusieurs fois antérieurement : de la chaux, du fer, du manganèse, de la silice, etc., mais pas sensiblement d'acide phosphorique (*Note* 7).

Conséquences. — Si l'on compare les quantités d'acide phosphorique contenues dans les cendres elles-mêmes, on voit qu'elles varient dans le rapport des nombres :

1re période.	2e période	Apparition des bourgeons floraux.	Apparition des gousses.	Gousses développées	Fruits mûrs.
23.45	9.30	7 81	10.24	6.42	0

Ainsi que l'a observé de Saussure, c'est donc au commencement de la végétation que la cendre renferme le plus de phos-

phore ; la proportion diminue ensuite parce que la plante absorbe dans le sol d'autres matières salines et terreuses qui en diminuent nécessairement la quantité relative. Cette proportion est a son minimum au moment où les bourgeons floraux apparaissent, elle augmente ensuite pendant la floraison pour diminuer de nouveau dans la tige et les feuilles à mesure du développement des fruits. A leur maturité, ceux-ci se sont approprié tout le phosphore que la plante avait trouvé dans la graine qui lui a donné naissance, et dans le sol où elle a végété.

Si l'on porte son attention sur les plantes elles-mêmes, en les considérant aux mêmes périodes de leur végétation, on constate les rapports suivants :

1re période.	2e période.	Apparition des bourgeons floraux.	Apparition des gousses.	Gousses développées	Fruits mûrs.
0g 0022	0g 0099	0g 0314	0g 1140	0g 0870	0

On voit que les quantités relatives d'acide phosphorique augmentent au contraire dans la plante depuis le moment où elle commence à croître, jusqu'au jour où les gousses font leur apparition. Elles diminuent ensuite à mesure que les gousses prennent de l'accroissement.

Cette disparition du phosphore dans les végétaux qui ont atteint le terme de leur existence est un fait déjà établi. Les feuilles qui tombent de l'arbre à l'automne en sont dépourvues Les plantes tropicales dont l'accroissement n'éprouve pas d'interruption, en contiennent une proportion notable dans leur bourgeon terminal ; au contraire, dans la feuille jaunie qui va se détacher du tronc, il n'y en a plus qu'une faible proportion. C'est ce que j'ai constaté sur le bananier.

On verra plus loin que les végétaux aquatiques présentent la même particularité. Il est probable que le phénomène est général.

Je ne prétends pas cependant que le phénomène soit le même dans les plantes vivaces que dans les végétaux annuels. Le tronc des arbres conserve des phosphates, même en hiver, mais il est probable qu'il en contient une proportion plus élevée au moment de l'ascension de la sève, que lorsque sa végétation est suspendue.

Les cotylédons s'épuisent rapidement de la matière nutritive qu'ils renferment, et conséquemment aussi des phosphates qui s'y trouvent en quantité plus abondante que dans tout autre organe des plantes.

Ayant déterminé la composition des cotylédons des jeunes fèves qui n'avaient encore que deux feuilles étalées, j'ai trouvé les chiffres suivants :

Eau		79,250
Matières organiques		19,684
Acide phosphorique	0,209	1,066
Autres matières minérales	0,857	
		100,000

J'ai fait ensuite l'analyse des cotylédons de plusieurs jeunes plantes de fèves ayant quatre feuilles développées, je leur ai trouvé la composition suivante :

Eau		98,990
Matières organiques		0,930
Acide phosphorique	0,012	0,080
Autres matières minérales	0,068	
		100,000

Enfin, quelque temps après, les cotylédons presque épuisés

de leurs principes azotés, ne renfermaient plus qu'une proportion insensible d'acide phosphorique.

On voit par ces exemples avec quelle rapidité ces organes sont dépouillés du phosphore qu'ils contenaient. C'est qu'ils sont destinés surtout, tout le monde le sait, à fournir au jeune végétal dans le premier âge, des éléments alibiles appropriés aux besoins de la nutrition.

Les analyses qui précèdent permettent d'assigner avec assez d'exactitude l'époque où la plantule a déjà puisé dans le sol des éléments nutritifs que les cotylédons ne suffisent plus à lui procurer.

Ainsi on a pu remarquer, lors de la deuxième analyse, que la jeune fève ayant quatre feuilles développées, contenait 0 gr. 0099 d'acide phosphorique.

Or, j'ai pesé 100 fèves pareilles à celles qui avaient été semées sur le champ où j'ai pris les sujets de mes expériences, et j'ai trouvé qu'une fève pesait en moyenne 0 gr. 560, et renfermait 0 gr. 0063 d'acide phosphorique.

Ce dernier nombre est inférieur à celui qui exprime la quantité d'acide phosphorique contenue dans la plante ayant deux doubles feuilles étalées.

Il en résulte donc qu'à cette époque, celle-ci a déjà dans ses tissus du phosphore emprunté au sol.

On voit par cet exemple de quelle ressource est la chimie pour découvrir les lois des phénomènes naturels.

N'est-il pas intéressant de pénétrer par la pensée dans les secrets du développement de la vie, de saisir le moment où les fonctions se modifient, où la plante passe de l'état embryonnaire à l'état adulte?

Si l'on ne peut prétendre que la chimie seule soit apte à expliquer les lois de la nature, on ne peut nier au moins que sans elle bien des phénomènes cosmiques demeureraient plongés indéfiniment dans la plus profonde obscurité.

IV.

Dans mes précédentes communications, j ai établi que le phosphore existe en faible proportion dans tous les organes des plantes qui n'exercent pour ainsi dire que des fonctions accessoires. La corolle de la fleur elle-même est-elle dans ce cas? Est-elle dépourvue de ce principe essentiel?

Suivant l'aimable fiction d'un écrivain illustre qui a développé en Europe le sentiment de la nature, les pétales des fleurs sont de gracieux monuments d'architecture naturelle destinés à abriter les organes de la reproduction, à les réchauffer, à protéger leur vie éphémère.

Ils sont embellis des couleurs les plus variées, ils affectent mille formes diverses; et ces formes, ces couleurs, ont toutes été combinées avec la sollicitude prévoyante qu'on retrouve jusque dans les moindres productions de la nature.

Il n'est pas contestable que le rôle de la corolle consiste principalement à exercer des fonctions physiques. C'est elle qui concentre les rayons de la chaleur sur les étamines et les pistils. C'est elle qui les protége du souffle de la brise encore froide du printemps, qui écarte au contraire les rayons d'un soleil trop ardent pendant les chaleurs de la canicule. Les charmantes observations de Bernardin de St.-Pierre sur ce sujet, ne sont pas dénuées de tout caractère scientifique; et il faut bien lui tenir compte de ses aimables vérités, puisqu'on lui a reproché avec tant d'âpreté ses innocentes et naïves erreurs.

Mais, si l'on doit faire une part importante à la fonction physique de la corolle, ne peut-on pas soupçonner que là ne se borne pas son rôle naturel? Sans donner à mon assertion une grande importance, je suis porté à croire qu'elle exerce aussi une fonction nutritive, et qu'elle est non seulement l'édifice qui protége les habitants de la fleur, mais encore le foyer qui élabore leurs aliments.

Cette hypothèse a pris naissance en mon esprit à la suite de quelques recherches opérées sur la corolle. J'ai vu que lorsqu'elle est fraîche et récemment épanouie, elle contient une proportion notable de phosphore ; mais, on n'y trouve plus cet élément qu'en faible quantité quand après la fécondation elle tombe flétrie sur le sol.

V.

Tous les végétaux en général renferment des phosphates lorsqu'ils n'ont pas atteint le terme de leur existence. Les champignons, les agarics, les mousses, les mycodermes, les mucédinées, les plantes les plus élémentaires par leur organisation, en sont pourvues en proportion quelquefois assez considérable. Dans la cendre de la levure de bière, il y en a beaucoup ; aussi, M. Pasteur a remarqué que dans un milieu privé de phosphates, cette substance ne peut pas se développer. En général, du reste, aucune plante ne peut croître si elle n'a pas de phosphates à sa disposition, et il est prouvé par les expériences de végétation « limite » que, si dans un sol inerte composé uniquement de sable pur et arrosé avec de l'eau distillée, certaines plantes maladives peuvent traîner leur chétive existence jusqu'à l'apparition de quelques fleurs étiolées, les fruits qu'elles produisent ne contiennent pas plus de phosphore qu'il n'y en avait primitivement dans la semence (*Note* 8).

Il y a cependant des végétaux dont la racine ne plonge pas dans la terre, et dont la cendre renferme beaucoup plus de phosphates qu'il n'y en avait primitivement dans la graine.

La linaire (linaria cymbalaria) qui tapisse gracieusement en été de ses feuilles violettes les murailles et les rochers, donne des cendres dans lesquelles on trouve beaucoup de chaux, et notablement de phosphates. J'ai incinéré une grosse touffe de cette plante qui s'était développée dans un joint de briques fort

récent, ne contenant pas de matières organiques, et j'ai trouvé dans le résidu fixe 19,35 pour cent de carbonate de chaux et 5,46 pour cent d'acide phosphorique.

Dans ce joint de briques, la racine était en contact avec le mortier dont la chaux peut contenir, il est vrai, une faible proportion de phosphates, mais j'ai peine à croire que tout ce qu'il y en avait dans la plante examinée, ait pu être emprunté uniquement à ce mortier.

Il est donc probable que le phosphore doit être fourni à certains végétaux par d'autres voies.

Depuis les intéressantes recherches de M. Barral, on peut admettre qu'il leur parvient quelquefois sous une forme insaisissable pour nos grossiers moyens d'expérimentation. Les pluies, les vents peuvent le disséminer partout et le fixer avec d'autres débris organiques dans les interstices des murailles ou les fentes des rochers. Qui n'a été frappé d'admiration en contemplant de vieux édifices en ruine, couverts d'une végétation luxuriante. Quelquefois, des touffes épaisses de centranthus et de giroflées, fixées par leur racine dans un peu de poussière, acquièrent des proportions excessives. Les fleurs brillent de tout leur éclat, et les fruits abondamment pourvus de leurs principes alibiles, se développent dans toute leur plénitude, et trouvent dans l'atmosphère et dans le peu d'humus qui entoure leurs racines, le carbone, le phosphore, l'azote, etc., qui doivent former les germes d'une nouvelle génération végétale. Ainsi, les monuments des hommes se dégradent sous la main du temps, la pierre s'exfolie, se désagrège, des germes nombreux y pénètrent avec les poussières fécondantes de l'air, elle s'imprègne d'éléments nutritifs, et bientôt de gracieuses formes végétales marient leur physionomie souriante à la mélancolie des ruines et des tombeaux.

En résumé, il résulte des nombreuses recherches auxquelles je me suis livré depuis plusieurs années, sur la migration du phosphore dans les végétaux, que cet élément joue un rôle impor-

tant dans les différentes phases de leur existence, et qu'on le trouve surtout dans les organes rudimentaires et dans ceux destinés à la reproduction.

Ainsi dans les bourgeons, dans les jeunes tiges, ce corps prédomine. Il leur parvient avec les matières alibiles contenues antérieurement dans le périsperme ou les cotylédons. La végétation se poursuivant avec vigueur, la plante doit trouver cet élément dans le milieu où elle vit; elle se l'assimile, ou plutôt il circule dans ses tissus sans faire corps avec eux. Il n'est pas appelé à former la charpente osseuse du végétal, la nature le réserve pour de plus hautes destinées. Si pendant le cours de son existence, la plante exsude des matières inutiles à son développement, celles-ci ne contiennent pas de phosphore. Ce corps est traité par elle avec une prédilection, avec une sollicitude intuitive, presque avec un instinct maternel, elle le met en réserve pour les générations qui doivent lui succéder.

La plante se couvre de fleurs, elle inonde l'air de ses parfums, elle éblouit les yeux par ses couleurs. A cet instant de sa vie, elle est, dans toute la plénitude de son activité; ses tissus regorgent de matières azotées accompagnées de phosphore. La corolle élabore les substances nutritives destinées aux jeunes époux abrités à l'ombre de son tissu satiné. L'élément prolifique s'accumule dans le pollen et bientôt dans l'ovaire fécondé.

Le mystère est accompli. La plante est désormais dans sa période de décroissance. A mesure que les œufs grossissent, le phosphore, le sucre, les matières azotées disparaissent de la racine et de la tige. A la maturité des graines, celles-ci ont condensé en elles tous les éléments utiles de l'organisme. Le tissu végétal ne contient plus d'autres matières minérales que du fer, du manganèse, de la silice, de la chaux, etc., c'est-à-dire les pierres de l'édifice, dont les habitants éphémères se préparent à de nouvelles migrations (*Note* 9).

LE PHOSPHORE DANS LA MER ET LES COURS D'EAU.

I.

Il existe nécessairement des phosphates dans les rivières, les cours d'eau. M. Liebig en a trouvé dans une eau sur laquelle végétaient des lentilles; on en a signalé la présence dans la Garonne, et il est probable qu'il y en a dans les fleuves, les canaux, des proportions variables suivant la composition géologique des terrains qui forment le lit de ces cours d'eau.

Les matières organiques qui sont déversées dans les fleuves par diverses causes, doivent y apporter aussi du phosphore. Ces matières se déposent généralement avec la vase du fond; aussi cette vase est-elle employée pour fertiliser les terres dans les pays où l'agriculture est avancée. Elle contient toujours une notable proportion de phosphates (*Note* 10).

Dans les cendres des plantes aquatiques, on trouve généralement des phosphates; toutefois, la quantité en varie suivant leur âge, leur nature et d'autres circonstances difficiles à déterminer. C'est probablement dans les détritus de matières organiques que ces végétaux puisent le phosphore qui leur est nécessaire; peut-être aussi absorbent-ils des traces de phosphates alcalins ou terreux que l'analyse découvre avec difficulté, mais qui suffisent à leur développement.

J'ai cherché vainement de l'acide phosphorique dans les croûtes de générateurs alimentés avec de l'eau du canal de la Deûle en aval de Lille. Dans cette eau fort impure, puisqu'elle traverse un centre considérable de population, le phosphore doit se trouver combiné avec des substances azotées qu'elle tient en dissolution, ou qui s'y déposent avec l'argile, le sable, les débris de toutes sortes que les pluies entraînent dans son sein.

Les eaux tranquilles, les fossés, les étangs sont couverts en

été de lentilles aquatiques dont les racines, comme tout le monde le sait, ne puisent leur nourriture qu'au sein du liquide qu'elles habitent. Plusieurs savants, M. Liebig, M. Hervé-Mangon, ont remarqué comme moi que ces petites plantes donnent des cendres riches en phosphates. Ces sels existent donc en dissolution dans l'eau, et il est probable que les lentilles ne se développent que là où ils sont en abondance.

Dans les cendres de lentilles aquatiques, l'analyse de M. Liebig signale la présence de 8,73 pour cent d'acide phosphorique.

Dans des cendres des mêmes plantes récoltées le 15 juin, j'ai constaté une proportion de 11,93 pour cent d'acide phosphorique. Ce chiffre plus élevé que celui trouvé par M. Liebig, ne doit cependant pas infirmer l'exactitude de mon analyse, et encore moins celle de cet illustre savant.

En effet, ayant fait de nouvelles recherches sur des cendres de lentilles recueillies à la fin d'août, je n'ai plus trouvé que des traces d'acide phosphorique, et ces cendres étaient riche en fer, manganèse, silice, etc., ainsi qu'on le remarque généralement dans les plantes qui sont arrivées au terme de leur existence.

Ainsi, le phénomène de la migration du phosphore est vrai pour les plantes aquatiques comme pour les plantes terrestres. Ce précieux élément ne fait que les traverser, pour se fixer dans les organes de reproduction.

II.

Dans la mer, il est plus difficile encore de découvrir la quantité relativement minime de phosphates qui doit s'y trouver. Jusqu'à présent, aucune analyse connue de l'eau recueillie dans les divers océans, ne mentionne la présence de ces sels.

Dans une recherche spéciale opérée sur le résidu de l'évaporation d'une assez forte quantité d'eau recueillie dans la mer du

Nord, je n'ai obtenu que des résultats négatifs. J'ai examiné aussi dans le même but des croûtes de générateur d'un bateau naviguant dans la Manche, et je n'y ai pas trouvé non plus une quantité appréciable d'acide phosphorique.

Cependant, la mer possède dans son sein en quantité excessive, tous les éléments essentiels aux êtres qui l'habitent. Le phosphore est un de ces éléments, puisque non seulement les poissons, les mollusques, les crustacés, les zoophites, etc., en contiennent dans leurs différents organes, mais qu'on en trouve aussi dans les plantes marines elles-mêmes ainsi que j'ai pu m'en assurer en examinant les cendres de plusieurs espèces de fucus et celles du lichen, du plocamium, de l'ulva, etc.

Il est probable toutefois que dans ces végétaux de la mer, de même que dans les végétaux terrestres, la proportion de phosphates varie avec l'époque de leur développement.

Ainsi je n'en ai constaté dans les cendres de la coralline qu'une proportion douteuse. Si j'avais fait cet examen à une autre époque, peut-être que le résultat eût été différent (*Note* 11).

Les algues échouées sur les grèves, les fucus blanchis abandonnés depuis longtemps par la mer m'ont toujours donné des cendres dépourvues de phosphates. Ces plantes sont rejetées sans doute sur le rivage lorsque leurs fonctions de reproduction étant accomplies, elles se sont dépouillées de leurs principes organisateurs. Peut-être aussi le flux et le reflux de la mer les soumettant à des lavages périodiques, leurs principes solubles sont entraînés et avec ceux-ci les phosphates. On sait qu'en lessivant avec de l'eau froide des végétaux terrestres, herbacés, ces derniers sels entrent en dissolution conjointement avec les matières albuminoïdes de l'organisation.

J'ai émis l'opinion antérieurement, que dans la mer le phosphore devait exister en combinaison avec les matières gélatiniformes qui souvent en troublent la transparence, avec cette substance organique qui s'y délaie à l'infini, qui entre en diffu-

sion dans l'*atmosphère* liquide de l'océan, comme l'acide carbonique dans l'atmosphère aérien (Note 12).

Cette substance est soluble dans l'eau, ou plutôt elle y est maintenue en suspension dans un état d'atténuation excessif. Elle n'est ni de la nature de la gélatine, ni de l'albumine; elle participe probablement des propriétés du mucus, comme le frai de grenouilles ou la matière des Acalèphes et des Beroës.

Sur la plage de Dunkerque, j'ai recueilli une grosse méduse; je l'ai fait égoutter sur une passette en fer blanc, et l'ai enfermée dans une caisse du même métal pour la transporter à mon laboratoire. Le lendemain, toute forme animale avait disparu; il n'y avait plus dans la caisse qu'un liquide visqueux, qui s'évanouissait complétement en se diluant dans l'eau. J'ai fait l'analyse de ce liquide qui avait été une méduse, et dans les cendres, j'ai trouvé une proportion très-notable d'acide phosphorique.

On conçoit que par la décomposition de tous les animaux de cette nature, et même des fucus qui végètent dans la mer et acquièrent quelquefois des proportions gigantesques, il doit s'y répandre une matière mucoïde, gélatiniforme, qui peut servir de nourriture aux êtres innombrables qui pullulent dans son sein et peut-être aussi fournir aux plantes marines les éléments organiques et minéraux nécessaires à leur développement.

Il n'était pas douteux pour personne que tous les zoophites contiennent du phosphore. J'ai voulu en avoir la certitude, toutefois, et j'ai examiné les cendres d'un grand nombre de ces êtres inférieurs, recueillis sur les rochers à fleur d'eau de Fécamp, ou dans les grottes pittoresques que la mer a creusées dans les falaises d'Etretat. J'y ai toujours trouvé une proportion d'acide phosphorique plus ou moins considérable. C'est même par un excès de conscience que j'ai analysé une anémone de mer; car, par une belle matinée de mer calme et transparente, j'ai vu plusieurs fois des crustacés se défendre en vain contre l'étreinte de ses nombreuses tentacules. On sait, du reste, que les actineis se nourrissent exclusivement de matières animales.

D'après ce qui précède, pour trouver du phosphore dans la mer, il faudrait le rechercher dans les eaux-mères de l'évaporation d'une grande quantité d'eau salée, dans celles des marais salants par exemple. En attendant que l'occasion me permette de faire cet essai, j'en ai tenté un autre qui m'a également donné des résultats négatifs, mais que je vais néanmoins mentionner.

Je me suis demandé si en filtrant pendant longtemps de l'eau puisée dans la mer, on pourrait recueillir assez de débris organiques ou peut-être d'infusoires pour y découvrir la présence du phosphore. A cet effet, des ouvriers en vigie à l'entrée d'un des ports de la Manche, ont fait couler pendant un mois entier de l'eau de mer sur des filtres en toile. Ceux-ci se sont chargés promptement d'une suffisante quantité de sable qui a retenu de la vase, du peroxyde de fer, de l'argile et des traces de matières animales. Ces résidus ont été examinés avec soin, ils contenaient du fer, de l'alumine, du sel marin, mais pas d'acide phosphorique.

Il faut présumer, à la suite de cette expérience, que le phosphore existe dans la mer en combinaison avec des matières dissoutes, ou plutôt si atténuées, que les filtres ne peuvent les fixer.

Cependant, si cette expérience avait été faite dans les contrées tropicales, où des myriades de mollusques et d'infusoires pullulent à la surface de l'océan, j'aurais pu, comme l'a fait M. Ehrenberg, recueillir de ces animalcules lumineux qui étincellent dans les vagues, et surtout dans le sillage des vaisseaux. Sans doute, comme tous les être inférieurs, ces animalcules ont du phosphore dans leur organisme. Je suis loin de supposer, toutefois, que c'est à des émanations de ce corps qu'on doit attribuer le phénomène de la phosphorescence de la mer, qui se manifeste avec un éclat si pittoresque pendant les nuits tièdes et silencieuses de ces parages de l'Océan où règnent les vents alisés.

Le phosphore ne luit qu'en brûlant, dès lors on aurait peine à

comprendre comment ces animalcules pourraient secreter continuellement des molécules d'hydrogène phosphoré qui viendraient s'enflammer à l'air, et produire le phénomène qui excite à si juste titre l'admiration de ceux qui l'observent sous les tropiques. C'est plutôt à une action électrique que l'on doit attribuer cette source lumineuse ; c'est l'opinion la plus plausible et celle que Humboldt a exprimée dans ses tableaux de la nature (Note 13).

III.

Dans le tissu animal des mollusques, on trouve de l'acide phosphorique. Dix petites huîtres anglaises que j'ai examinées en renfermaient 0 gr. 095. Mais, contrairement à l'opinion généralement accréditée, on en découvre à peine des traces dans les coquilles [1]. Il n'est donc pas juste de dire que les mollusques ont leur squelette au dehors; leur coquille est simplement leur habitation. La nature l'a construite de carbonate calcaire qui abonde dans les rochers et les falaises, mais elle n'y a pas mis de phosphates qui sont trop précieux pour recevoir une pareille destination.

Les coquilles sur lesquelles j'ai fait mes recherches, sont celles de la patelle, de la porcelaine, de l'huître, ainsi que d'un grand nombre d'autres espèces. L'os de seiche, les incrustations des asteries, de l'ophiure, celles de la coralline, sont également dépourvues de phosphates.

M. Péligot et M. Girardin m'ont dit avoir observé aussi que les coquilles des mollusques sont dépourvues de phosphates.

IV.

Dans les animaux de la mer, aussi bien que dans ceux qui vivent à la surface du sol, et même dans les plantes, le phosphore abonde dans les organes qui doivent servir à la reproduction. On sait, d'après Vauquelin, que la liqueur séminale de l'homme et des animaux supérieurs en renferment beaucoup. J'ai fait remarquer de mon côté qu'il y en a une proportion considérable dans le pollen des fleurs et dans les spores des Lycopodiacées. La laitance des poissons est dans le même cas, on trouve même dans les produits de sa combustion de l'acide phosphorique dégagé de toute combinaison.

Dans une laitance de maquereau, recueillie au mois de juin, j'ai trouvé 0 gr. 1394 de phosphore. Elle pesait, sèche, 5 gr. 92. C'est une proportion de 2,35 p. °/₀ du poids de la matière sèche. D'autres laitances que j'ai aussi examinées, m'ont donné des résultats analogues.

Il est juste de rappeler que Vauquelin et Fourcroy ont annoncé autrefois que la laite de la carpe donne par la combustion beaucoup d'acide phosphorique. Ils supposaient qu'avant la combustion le phosphore (non brûlé) se trouve en combinaison avec l'albumine.

Une remarque qu'il ne faut pas négliger, c'est que la composition des cendres de pollen, de la laite et de la liqueur séminale, présente la plus grande analogie. Elles sont toutes difficiles à obtenir par l'incinération, sont riches en alcalis, et contiennent peu de chaux, de silice et de fer.

Dans les œufs des poissons, on trouve aussi beaucoup de phosphore combiné avec la matière grasse dont ils sont pénétrés. Si l'on épuise des œufs avec de l'éther ou du sulfure de carbone, on enlève tout, ou, presque tout ce qu'ils peuvent en contenir.

On suppose que c'est de l'acide oléo-phosphorique qui préexiste dans ces organes.

En résumé, par les considérations qui précèdent, on voit que dans la mer, comme sur la terre ferme, le phosphore est soumis à des migrations régulières, et qu'il doit y exister en forte proportion, quoique l'on n'en ait pas encore extrait une quantité sensible. Il serait hasardeux toutefois d'avancer avec quelques auteurs, que les vents qui viennent de l'Océan entraînent avec eux des phosphates, qui sont répandus sur les terres au profit de la végétation.

NOTES.

Note N° 1, page 333.

De ce que je n'ai pas trouvé de phosphates dans la cendre des coques d'amandes et de noisettes, il ne faudrait pas conclure que les péricarpes des fruits en sont dépourvus.

Les coques d'amandes et de noisettes ne sont pas des péricarpes entiers, mais seulement des endocarpes,

Ayant eu l'occasion de recevoir de la Martinique un certain nombre de graines parmi lesquelles se trouvaient celles de l'Anacarde (*Anacardium occidentale*) appelées improprement « noix d'acajou », je fus curieux de les analyser, et d'y rechercher les phosphates.

On sait que cette graine est suspendue à l'arbre à l'aide d'un pédoncule renflé, succulent, acide, ressemblant à un coing, qui n'est pas le fruit proprement dit. Elle est formée de deux cotylédons contenus dans un péricarpe dur, dont le mésocarpe renferme dans ses cloisons une huile âcre, brûlant avec une flamme éclatante. Pour manger les cotylédons qui ont un goût de noisette, les enfants brûlent ce péricarpe, et en retirent ensuite l'amande légèrement torréfiée.

Dans la cendre de ce péricarpe, j'ai trouvé de la chaux, des alcalis, du fer, de la silice, etc., et 11,4 pour cent d'acide phosphorique. Dans les cendres de l'amande elle-même, c'est-à-dire dans celles des cotylédons, j'ai dosé 13,3 pour cent d'acide phosphorique.

L'huile contenue dans le mésocarpe a été extraite au moyen de l'éther. Elle ne renfermait pas de phosphore. Cette huile toutefois n'est probablement pas sans utilité pour l'embryon, car après la germination, la proportion en a diminué sensiblement dans le mésocarpe.

Dans le péricarpe de tous les fruits, il y a sans doute des phosphates en proportion variable. Ce n'est que dans l'endocarpe, c'est-à-dire dans la membrane, le plus souvent mince, qui entoure immédiatement l'amande que ces sels n'existent pas, et encore, je ne puis l'affirmer que pour un petit nombre d'espèces.

Note N° 2, page 333.

Après avoir cherché longtemps le meilleur procédé pour doser les phosphates dans les cendres des végétaux, je me suis arrêté au suivant, qui est assez expéditif, et donne des résultats satisfaisants.

Ayant obtenu le résidu fixe d'une plante, je le traite par l'acide nitrique, l'évapore et le dessèche avec précaution. Je calcine ensuite la matière au rouge sombre ; par cette opération, je fritte la silice, et je décompose le nitrate de peroxyde de fer.

Je mets ensuite le résidu en contact avec l'acide sulfurique faible, je chauffe légèrement et laisse digérer jusqu'au lendemain : Le pyro-phosphate se dissout complètement , mais la silice et le peroxyde de fer calcinés résistent à l'action de cet acide.

Une faible proportion de fer, toutefois, peut entrer en dissolution ; je l'élimine ultérieurement.

Je filtre pour séparer le peroxyde de fer, celui de manganèse, la silice, et j'ajoute dans le liquide filtré un excès d'alcool qui détermine la séparation de la chaux à l'état de sulfate.

Ayant filtré de nouveau et chassé l'alcool, j'ajoute dans le liquide de l'acide tartrique destiné à retenir le peu de fer en dissolution et l'alumine, s'il y en avait, ce qui est fort rare.

Je verse ensuite de l'ammoniaque jusqu'à ce que le liquide soit franchement alcalin; quelquefois, tout l'acide phosphorique se dépose avec la magnésie qui préexistait dans les cendres, mais souvent aussi, il faut ajouter du sulfate de magnésie.

Avec un peu d'habitude, on reconnaît facilement si la cristallisation a l'aspect particulier au phosphate ammoniaco-magnésien. En opérant rigoureusement comme je viens de l'indiquer, cela arrive toujours. Toutefois lorsque le pyrophosphate de magnésie a été obtenu par la calcination et qu'il a été pesé, je le mets en digestion pendant quelque temps dans un acide faible qui le dissout à froid, et laisse les parcelles de silice et de fer s'il y en a.

Note N° 3, page 331.

Je n'ai pas fait l'analyse de cette noix de coco d'une manière complète, parce qu'elle n'était plus en parfait état. Le lait avait subi un commencement d'altération, et le beurre du périsperme avait un peu de rancidité.

Ayant reçu il y a peu de temps des noix de coco qui avaient fait la traversée des Antilles en France avec assez de rapidité, et qui sont arrivées en fort bon état, je les ai examinées avec soin, et j'en ai soumis une à une analyse détaillée.

Le lait avait une densité de 1027, était très légèrement acide, d'un goût fort sucré et n'avait pas éprouvé de fermentation.

Un décilitre de ce lait contenait 6 gr. 48 cent. de matière sèche dans laquelle on a trouvé 5 gr. 10 cent. de sucre cristallisable, pas de substance grasse, une légère proportion d'albumine végétale, des phosphates alcalins, des sulfates et beaucoup de sel marin. Le sucre a été totalement interverti par l'acide chlorhydrique, et la déviation à gauche correspondait exactement à la déviation droite observée avant l'inversion. Ce sucre est donc de même nature que celui qu'on extrait de la canne.

L'amande ou le périsperme qui avait un goût excellent présenta la composition suivante :

Eau.	42,000
Beurre	39,700
Albumine végétale (dosée par l'azote)	9,085
Sucre	5,780
Cellulose.	2,085
Acide phosphorique, chlore, acide sulfurique .	
Silice, alcalis, magnésie, chaux, etc. . . .	1,350
	100,000

Dans la cendre, il y avait beaucoup de sel marin.

En examinant le lait d'une autre noix de coco, saine comme la précédente, j'y ai trouvé une proportion de sucre qui n'était plus que de 2 gr. 70 cent. par décilitre. Du reste, ce lait était moins sucré et n'avait qu'une densité de 1022. Je fus frappé en le goûtant de la saveur extrêmement salée qu'il possédait, et j'eus la curiosité de doser le sel marin qu'il pouvait contenir. La proportion en était de 1 gr. 16 cent. par décilitre.

Du reste, le sucre n'est pas le seul élément qui varie dans le coco. La quantité d'eau diminue dans l'amande à mesure qu'elle vieillit. On sait que lorsque ce fruit est récemment séparé de l'arbre, l'endocarpe ne renferme pour ainsi dire que du liquide, l'amande n'est d'abord qu'une matière tremblottante qu'on mange à la cuillère, elle se durcit à la longue, et devient ligneuse en vieillissant.

Le péricarpe formé, comme on le sait, d'un réseau épais de fibres ligneuses donne des cendres dans lesquelles on retrouve des phosphates, beaucoup d'alcalis, de la silice et une forte proportion de sel marin.

Le salin, obtenu en brûlant ce brou dans un pot de fer, titrait 26° à l'alcalimètre Decroizilles, et contenait 23,6 pour cent de chlorure de sodium. L'alcali m'a paru formé en majeure partie de potasse.

La présence d'une forte quantité de sel dans la noix de coco, explique cette préférence marquée que le cocotier manifeste pour les sols salifères.

« Ce palmier, dit M. Boussingault, vient très bien dans les régions chaudes peu distantes de la mer, là où la température moyenne se maintient entre 25 et 27°. On le rétrouve encore sur le bord des grands fleuves, et c'est un usage assez répandu que celui de mettre du sel dans le trou destiné à recevoir la semence. Lorsqu'il est transplanté loin du rivage, il se plaît surtout dans la proximité des habitations, ce qui fait dire aux Indiens que le cocotier aime à entendre causer sous ses branches. La vérité est que cet arbre recherche un sol imprégné de substances salines, et ces substances ne manquent jamais près des endroits habités par l'homme. »

Il y a dans le traité de chimie de Berzélius, une analyse de la noix de coco, qui n'a pas été faite, bien entendu, par cet illustre savant. L'auteur annonce avoir trouvé 71,688 pour cent de beurre dans l'amande et n'y mentionne aucune proportion d'eau. Ces deux corps ont sans doute été confondus, ils sont cependant bien différents et faciles à séparer.

Note N° 4, page 334.

Pendant l'incubation, le germe de l'œuf se nourrit d'abord du blanc, qui est composé presque en totalité d'albumine. C'est au moins ce que l'on peut supposer, car à une époque rapprochée de l'éclosion, alors que tous les organes du petit poulet sont formés, le jaune existe encore dans sa partie abdominale.

J'ai eu la curiosité de doser séparément le phosphore dans le blanc d'œuf et dans la vitelline.

Dans un blanc d'œuf coagulé, pesant 33gr.31 cent., j'ai trouvé 0gr.0564 d'acide phosphorique, soit 0,17 pour cent du poids de la matière à l'état normal.

Dans le jaune, pesant 15gr.58, j'ai dosé 0gr.200 d'acide phosphorique, c'est-à-dire 1, 3 pour cent du poids de la matière.

La proportion de phosphore est donc bien plus considérable dans le jaune que dans le blanc.

On conçoit que la nature qui a tout ordonné avec une merveilleuse prévoyance, a dû mettre plus de phosphore dans l'aliment du jeune poulet déjà formé. Ses os, d'abord à l'état de cartilage, doivent s'incruster vers la fin de l'incubation d'une plus forte quantité de substances minérales, afin d'acquérir la solidité qui leur est nécessaire pour que l'animal puisse sortir de sa coquille et rechercher ensuite sa nourriture au dehors.

On a prétendu qu'il y a plus de phosphore dans un œuf couvé dont le jeune poulet est près d'éclore que dans un œuf fraîchement pondu. Cette assertion ne repose sur aucune donnée expérimentale, et, *a priori*, elle paraît inexacte, parce qu'il n'est pas admissible que la poule puisse fournir du phosphore au poulet à travers sa coquille.

Dans les incubations artificielles, il serait plus difficile encore de comprendre comment cette transfusion aurait lieu.

La question ne me paraît pas douteuse, je me suis donné néanmoins la satisfaction de l'examiner.

J'ai fait couver un œuf pareil à celui dont je viens de donner l'analyse, et ayant le même poids. Après 21 jours d'incubation, je l'ai cassé, le petit poulet était entièrement formé et près d'éclore. Je l'ai soumis à l'analyse en suivant exactement la méthode employée précédemment, et j'ai dosé dans sa totalité 0gr.242 d'acide phosphorique.

Or, la somme des quantités trouvées séparément dans le blanc et le jaune, était de 0gr.256 d'acide phosphorique. On voit par là que l'assertion était erronée, ce qui n'était pas douteux.

Quoiqu'il ne soit pas probable que le phosphore existe dans le règne végétal ou animal, autrement qu'à l'état d'acide phosphorique combiné avec les bases et quelquefois avec des matières grasses ou d'une nature analogue, toutes les fois que je veux doser ce corps dans des substances animales, je commence par oxyder celles-ci avec de l'acide nitrique, je chauffe, et quand la matière est réduite en bouillie, je la sature avec de la potasse. Je chauffe ensuite jusqu'au rouge sombre, en prenant des précautions pour éviter que la déflagration ne soit trop vive. De cette manière j'obtiens facilement des cendres blanches, parce que le salpêtre est interposé uniformément dans la masse et j'évite des pertes de phosphore à l'état d'acide phosphorique, ce qui pourrait arriver si je calcinais avec de l'acide nitrique seulement.

Je continue ensuite mon analyse par les procédés indiqués dans ce mémoire.

Note N° 5, page 334.

La proportion d'acide phosphorique contenue dans les cendres des graines, varie nécessairement suivant les espèces, ainsi qu'on peut le remarquer dans le tableau suivant qui présente les chiffres trouvés par divers observateurs. Ce tableau est emprunté en grande partie à l'ouvrage de M. Boussingault sur l'économie rurale.

GRAINES qui ONT DONNÉ LES CENDRES.	PROPORTION d'acide phosphorique contenue dans les cendres (en centièmes).	NOMS des OBSERVATEURS.
Maïs	50.1	Letellier.
Froment	47.0	Boussingault.
Froment	24.1	Erdmann.
Colza	46.0	Rammelsberg.
Pois	40.6	Id.
Pois	30 1	Boussingault.
Lin	40.1	Leucht-Weiss.
Orge	38.5	Kœchlin.
Orge	16.7	Erdmann.
Fèves	37.9	Bichon.
Fèves	34.2	Boussingault.
Pavot	37.8	Sacc.
Moutarde noire	35.5	Leucht-Weiss.
Trèfle rouge	33.9	Boussingault.
Cacao	29 6	Letellier.
Haricots	26.8	Boussingault.
Cocotier (albumen)	24.9	Corenwinder.
Millet	18.2	Poleck.
Abrus præcatorius	16.9	Corenwinder.
Avoine	14.9	Boussingault.
Anacarde (cotylédons)	13.3	Corenwinder.
Anacarde (péricarpe)	11.4	Id.
Café	12.3	Letellier.
Betteraves	11.9	Corenwinder.

L'inspection de ce tableau nous apprend que les observateurs ne sont pas d'accord sur la proportion d'acide phosphorique trouvée dans la même espèce de graine. Il n'est pas nécessaire de suspecter l'exactitude des analyses pour expliquer ces anomalies apparentes. Cette proportion peut varier suivant les terrains et les engrais. Elle peut être influencée surtout par le degré de maturité des graines. J'ai démontré précédemment que la tige des plantes annuelles ne contient plus de phosphates

quand les fruits sont mûrs; mais que si on cueille ceux-ci prématurément, la tige en conserve une proportion plus ou moins considérable. Corrélativement, dans les semences, on doit trouver plus ou moins de phosphates suivant les mêmes circonstances. On est presque toujours conduit à cueillir les pois, à arracher le lin, à scier les colzas, à faire la moisson, avant que la maturité des fruits ne soit achevée et dès lors ceux-ci doivent être influencés dans leur composition chimique et dans la proportion relative de leurs éléments, suivant l'époque de la récolte.

Note N°6, page 331.

Dans ce mémoire je ne préjuge en aucune circonstance l'état sous lequel le phosphore existe dans les substances organiques. Rien ne m'autorise sans doute à nier que ce corps se trouve quelquefois combiné avec des matières azotées, puisqu'on découvre souvent de l'acide phosphorique libre dans les produits de leur combustion. Mais est-il alors dans un état d'oxydation inférieure ou combiné avec des principes immédiats qui le préservent de l'action de l'oxygène de l'air ? C'est ce qu'on ignore.

On sait que l'acide phosphorique préexiste quelquefois en combinaison avec certaines matières grasses, de la glycérine, etc. On l'a trouvé à cet état dans l'œuf, la cervelle, et plusieurs autres substances de l'économie animale.

Dans les plantes, je crois que toujours l'acide phosphorique est combiné avec les bases, souvent avec les alcalis, plus souvent peut-être à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Dans beaucoup de cas, j'ai constaté que la magnésie et l'acide phosphorique sont précipités complétement ensemble par l'ammoniaque seule, après séparation de tous les oxydes terreux ou métalliques sur lesquels cette base a de l'action.

Dans le cours de ce travail, j'ai donc employé souvent les mots : phosphore, acide phosphorique ou phosphates, sans leur donner une signification absolue et sans préjuger en rien l'état de la combinaison.

Note N° 7, page 337.

Les recherches que je viens de faire connaître prouvent que l'on perd son temps lorsqu'on analyse les cendres d'une plante sans préciser rigoureusement à quelle époque de la végétation elle a été récoltée. Quand on se propose de comparer la composition des éléments minéraux de plusieurs plantes avec le sol où elles ont végété, il faut surtout avoir soin de les récolter à une même époque de leur vie. Le moment le plus favorable est celui de la floraison, parce que c'est celui où un végétal se trouve dans la plénitude de son activité vitale. Avant la floraison, les éléments organisateurs de la graine ne sont pas encore absorbés en totalité; après, au contraire, dominent les éléments accessoires, tels que le manganèse, le fer, la silice et la chaux.

C'est un fait qui paraît général que cette prédominance du fer et du manganèse dans les végétaux épuisés de leurs éléments organisateurs. C'est par du peroxyde de fer qu'est colorée la feuille du bananier, qui s'affaisse le long du tronc, ainsi que les feuilles sèches qui ont séjourné l'hiver dans les forêts. Dans les jeunes pousses, au contraire, dans les bourgeons, au début de la vie, le fer et le manganèse n'existent dans les cendres qu'en proportion minime

Note N° 8, page 312.

La levure de bière est caractérisée par la grande quantité d'acide phosphorique que l'on constate dans ses cendres. D'après M. Mitscherlich, celles-ci en contiennent plus de 50 pour cent. On n'y trouve au contraire qu'une faible proportion de chaux. Cette circonstance est à noter, car elle peut servir à reconnaître une falsification dont la levure est souvent l'objet.

On ajoute quelquefois, frauduleusement, à la levure de bière destinée à la distillation une forte proportion de plâtre. J'en ai

trouvé jusqu'à 30 pour cent dans une levure étrangère qui nécessairement n'excitait qu'une fermentation incomplète. Cette fraude est facile à découvrir. Lorsqu'on a incinéré la levure il suffit de reprendre le résidu par l'acide nitrique, filtrer, ajouter de l'alcool qui ne doit produire aucun précipité de sulfate de chaux si la marchandise est de bonne qualité

Dans 100 parties de levure anglaise séchée à l'étuve, j'ai trouvé :

Azote.	8.864
Acide phosphorique	0.927

Note N° 9, page 314.

On se préoccupe avec raison au point de vue des intérêts agricoles de la nécessité de fournir des phosphates aux végétaux. Puisque nul être vivant n'en est absolument dépourvu, il faut donc que le sol, la mer, l'atmosphère elle-même en contienne. On sait que les phosphates fertilisent les terrains primitifs formés par les débris des roches anciennes. Dans les défrichements, le noir animal exerce une influence remarquable. Au contraire, dans les terrains fertiles livrés depuis longtemps à la culture et qui sont fumés ordinairement avec des engrais complets, c'est-à-dire avec des débris de matières végétales et animales, une addition supplémentaire de phosphates, n'ajoute rien à leur fertilité.

C'est ce que j'ai constaté dans les sols des environs de Lille.

On a prétendu que pour agir comme engrais, les phosphates doivent être mélangés au préalable avec des matières organiques azotées et qu'alors leur influence sur la végétation est incontestable.

Je puis affirmer que le fumier de ferme, les excréments des hommes et des animaux, les tourteaux, le guano, etc., sont suffisamment fertilisants par eux-mêmes, et qu'en les utilisant en proportion convenable, il est inutile d'augmenter leur teneur en acide phosphorique.

Dans les sables des environs de Dunkerque on obtient des récoltes intensives en fumant avec une grande quantité d'engrais flamand. Celui-ci est assez riche en phosphates pour qu'il ne soit pas nécessaire de se préoccuper de ces sels plutôt que des autres matières minérales contenues dans l'engrais.

A plus forte raison, dans nos sols des environs de Lille, auxquels la culture fait des avances copieuses depuis un temps immémorial, l'addition d'une proportion quelconque de phosphates aux engrais serait une dépense déraisonnable et susceptible d'aucun résultat.

Il existe aux portes de Lille des cultivateurs qui, pour récolter la betterave, ne craignent pas de fumer leurs terres avec 1200 hectolitres d'engrais humain par hectare, qu'ils appliquent en grande partie en hiver. Ils obtiennent ainsi des rendements fabuleux, aussi leurs betteraves sont d'une qualité inférieure, contiennent peu de sucre et sont chargées de matières salines.

On comprend qu'avec de pareilles habitudes agricoles, il n'est pas utile de rechercher l'élément qui pourrait manquer dans l'engrais. La nature est trop prévoyante pour ne pas donner aux déjections animales qui sont « de droit » la nourriture des plantes, tous les éléments nécessaires à leur destination.

J'ai fait, il y a deux ans, une expérience sur ce sujet et les résultats obtenus m'autorisent à prendre le ton d'affirmation qui règne dans cette note.

J'ai partagé en quatre parties une surface de huit ares de terre parfaitement homogène et préparée avec les mêmes soins.

Le premier quart a été fumé avec de l'engrais flamand.

Le deuxième quart avec la même quantité d'engrais flamand rigoureusement pareil au précédent, mais auquel on avait ajouté une certaine proportion de bi-phosphate de chaux dépourvu de matière organique.

Le troisième quart a été engraissé avec des tourteaux trempés dans l'eau.

Le quatrième quart avec pareille proportion des mêmes tourteaux trempés dans de l'eau avec du bi-phosphate calcaire.

On a semé les betteraves le même jour sur ce terrain ; et à la maturité, on a fait la récolte et pesé les produits séparément.

Le rendement a été à peu près le même sur les quatre parties. On n'a pas remarqué la moindre différence en faveur du bi-phosphate.

C'est que nos terrains des environs de Lille ne sont pas seulement inondés fort souvent d'engrais liquides, mais ils reçoivent encore des matières fertilisantes de toute nature, telles que fumier, guano, tourteaux, etc., qui leur ont procuré depuis longtemps une richesse exceptionnelle en acide phosphorique.

Je ne prétends pas toutefois que dans certains terrains que l'on fumerait exclusivement avec des sels ammoniacaux ou des nitrates, c'est-à-dire avec des matières dépourvues de phosphates, il n'y aurait pas avantage à en incorporer à ces engrais avant de les employer à la fertilisation du sol.

Mais j'ai lieu de croire que cette addition serait inutile dans les terres contenant à l'avance de l'acide phosphorique en quantité suffisante. Chez nous, le nitrate de soude seul agit comme engrais, toutefois son action est peu prononcée la première année, elle ne se fait sentir que sur la deuxième récolte.

Il est bien entendu que dans tout ce qui précède, il n'est question que de phosphates dépourvus de matière organique, car évidemment si l'on fume ses terres avec du « superphosphate » fabriqué avec des os dont on n'a pas séparé la gélatine, on fait usage d'un engrais complexe agissant souvent avec une grande énergie.

Note N° 10, page 345.

Les dépôts qui se orment dans le lit des rivières sont très-fertilisants. On fait un grand usage dans l'arrondissement de

Lille de celui qu'on extrait de la Deûle, qu'on désigne sous le nom de wagage.

Cet engrais est retiré de la rivière avec la drague et transporté ensuite aux lieux de dépôts. On l'accumule en tas de un mètre de hauteur et on le laisse sécher à l'air pendant plusieurs années avant de l'employer.

Quand on se propose de le répandre sur le sol, on y mélange souvent, quelques mois à l'avance, une certaine proportion de chaux vive. Cette addition fort avantageuse augmente l'effet de l'engrais.

On emploie généralement 5 à 600 hectolitres de wagage par hectare, qu'on applique au sol au mois de juillet après l'arrachage du lin. Cette matière fertilisante est surtout avantageuse pour les navets et les colzas. On en met souvent aussi entre deux coupes de trèfle.

M. Boussingault a trouvé dans un kilo de wagage extrait depuis quatre ans :

Nitrates (exprimés en AzO^5, KO)	0,112
Ammoniaque toute formée	0,030
Acide phosphorique	5,000
Chaux	48,600
Azote appartenant à des matières organiques . .	2,685

Dans du wagage extrait depuis une année seulement, ce savant n'a trouvé que 0,021 de nitrates. Par l'exposition à l'air, cette matière se nitrifie donc dans une proportion sensible, c'est ce qui exalte probablement son pouvoir fertilisant.

Il serait à désirer que dans toutes les contrées riveraines de nos cours d'eau, on utilisât les dépôts. La richesse productive du pays en serait nécessairement accrue.

Note N° 11, page 347.

On sait que les algues sont pourvues de corps reproducteurs qu'on a appelés « zoospores » à cause de la propriété qu'ils possèdent de se mouvoir jusqu'à ce qu'ils soient fixés à un

corps étranger où ils peuvent germer et donner naissance à une algue pareille à celle dont ils proviennent.

On conçoit que la proportion de phosphore contenue dans le tissu des fucus doit varier en raison du développement de ces zoospores. Sans doute qu'à l'époque où ces organes sont séparés de la plante-mère, celle-ci s'est dépouillée à leur profit de la presque totalité des phosphates qu'elle avait assimilés.

Note N° 12, page 348.

La décomposition infinie que subit la masse morte des dagyses et des méduses, peut faire regarder la mer comme un fluide gélatineux qui répugne à l'homme, mais qui sert d'aliment à un grand nombre de poissons.

(Humboldt. *Tableaux de la nature.*)

Note N° 13, page 350.

Les considérations qui précèdent nous portent à croire que c'est partout le même principe qui agit : « Dans les plus petits êtres organisés que l'œil nu ne peut apercevoir, dans les infusoires qui font resplendir la mer d'une phosphorescence lumineuse, dans les gymnotes qui livrent à leurs ennemis des combats acharnés, de même que dans le nuage d'où s'échappe la foudre et dans la lumière terrestre ou polaire, c'est-à-dire dans les éclairs magnétiques qui sillonnent un ciel serein, phénomène qui résulte d'une tension extraordinaire à l'intérieur de notre planète, et que la déviation subite de l'aiguille aimantée annonce plusieurs heures d'avance. »

(Humboldt. *Tableaux de la nature.*)

Cependant ce n'est pas exclusivement à des animalcules microscopiques qu'il faut attribuer la phosphorescence Des fila-

ments, des membranes, la viscosité même de la mer peut faire naître ce phénomène. M. Humboldt dans un langage pittoresque et plein de charmes a exposé les observations qu'il a faites à ce sujet dans les pays tropicaux.

« Quelquefois, même avec les instruments les plus énergiques, on n'aperçoit aucun animal dans l'eau phosphorescente, et cependant, partout où les flots heurtent contre un corps dur et se brisent en écumant, partout où l'eau est seulement agitée, on en voit sortir une lueur semblable à un éclair.

Ce phénomène est sans doute occasionné par les détritus des mollusques morts qui sont disséminés dans la mer en quantité innombrable. Si l'on fait filtrer de l'eau phosphorescente à travers un tissu très-serré, ces filaments et ces membranes forment un dépôt et apparaissent comme autant de points lumineux. Quand nous nous baignions à Cumana, dans le golfe de Cariaco, et que nous nous promenions par une belle soirée sur le rivage solitaire, quelques parties de notre corps brillaient encore d'une lueur phosphorescente. Des fibres luisantes et des membranes organiques s'étaient attachées à notre peau, et leur éclat ne s'éteignait qu'au bout de quelques minutes. Telle est l'énorme multitude des mollusques qui peuplent toutes les mers tropicales, qu'il ne faut pas s'étonner peut-être si l'eau de mer reluit même dans les endroits où l'on ne distingue aucun filament.

(*Tableaux de la nature*, t. II, p. 66.)

MÉMOIRE

SUR LA PRODUCTION ARTIFICIELLE

DES MONSTRUOSITÉS

DANS L'ESPÈCE DE LA POULE,

Par M. DARESTE,

Membre résidant

SÉANCE DU 4 AVRIL 1862.

J'ai, dans trois mémoires publiés dans les *Annales des sciences naturelles*, fait connaître aux physiologistes les premiers résultats de mes travaux sur la production artificielle des monstruosités.

Cette question si importante pour la physiologie animale a été, en 1826, l'objet d'un célèbre mémoire de Geoffroy-Saint-Hilaire. Mais, dans ce travail, Geoffroy-Saint-Hilaire, après avoir posé la question et montré par quelques faits très-curieux qu'elle est susceptible d'une solution expérimentale, n'a pas été plus loin et s'est contenté d'indiquer à ses successeurs une voie de recherches qu'il avait brillamment ouverte. Plusieurs embryogénistes ont fait, en France et en Angleterre, un certain nombre d'essais dans cette direction. Je puis citer à cet égard, en France, Bonnemain, Prévost et Dumas, Gaspard; en Angleterre, Pâris et Allen Thomson. Mais tous ces auteurs, qui ont fait, à ce qu'il paraît, de nombreuses expériences, n'ont publié aucun des résultats qu'ils ont obtenus, et n'ont point

indiqué les procédés dont ils se sont servis pour obtenir ces résultats ; ils se sont bornés à dire qu'il était possible d'obtenir des monstruosités, en modifiant plus ou moins les conditions physiques de l'incubation normale.

La question était donc presque entièrement neuve lorsque j'ai entrepris, il y a une dizaine d'années, d'en faire le sujet de mes études.

Avant d'indiquer les résultats de mes recherches, je dois donner quelques indications sur les instruments dont je me suis servi.

On ne peut changer les conditions normales de l'incubation qu'en se servant de l'incubation artificielle. Comme la disposition même des appareils d'incubation artificielle peut avoir une grande influence sur la nature des résultats obtenus, il importe d'indiquer tout d'abord les systèmes des machines d'incubation que j'ai employées dans mes expériences.

J'ai mis en usage dans mes expériences deux machines d'incubation : la première est celle de M. Vallée, gardien de la ménagerie des reptiles au Muséum d'histoire naturelle, et qui est bien connue de tous les physiologistes qui s'occupent d'embryogénie ; la seconde est une machine que j'ai construite d'après des dessins qui m'ont été fournis par M. Forney, professeur libre d'horticulture.

Le constance de la température, première et indispensable condition de tout appareil d'incubation artificielle, est obtenue dans ces deux machines à l'aide d'une circulation d'eau chaude, comme Bonnemain l'avait indiqué au siècle dernier. Mais c'est là, à peu près, la seule ressemblance qui existe entre ces deux machines. Je ne décrirai point ici la machine de M. Vallée, qui est aujourd'hui bien connue de tout le monde. Je dirai seulement que, dans cette couveuse, les œufs sont placés dans un tiroir dont l'air est échauffé par en haut et par en bas ; il en résulte que les œufs sont plongés dans un milieu dont la température

est, sinon mathématiquement, du moins sensiblement égale dans toutes ses parties. Cette disposition de l'appareil est peut-être un inconvénient dans son emploi. De plus, l'air dans lequel les œufs sont plongés s'y dessèche avec une très-grande rapidité. Il en résulte que très-souvent l'embryon vient se coller contre les parois de la coquille, ce qui le fait très-promptement périr. J'ai perdu par cette cause un grand nombre d'embryons, et je n'ai pu la faire disparaître qu'en ayant soin d'entretenir dans la couveuse des éponges mouillées ou de petites cuvettes pleines d'eau, qui rendaient constamment à l'air, par l'évaporation dont elles étaient le siége, la quantité d'eau qu'il perdait incessamment.

La couveuse de M. Forney diffère très-notablement de celle de M. Vallée, en ce que les œufs s'y développent à l'air ordinaire. Ils sont simplement appliqués par leur partie supérieure, celle où se place le germe au début de l'incubation, contre des tubes cylindriques de verre, dans lesquels circule l'eau chaude, et ne sont, par conséquent, en contact avec la chaleur qui détermine les phénomènes de l'incubation que par un point de leur surface. Le reste de l'œuf repose sur une pièce de flanelle et est recouvert par une couverture de laine.

Ces conditions reproduisent beaucoup plus exactement les conditions de l'incubation naturelle à l'aide de la poule, où le foyer de chaleur, qui est constitué par le corps de la poule, n'est en contact avec les œufs que par quelques points de leur surface. Une couveuse ainsi disposée m'a paru, dans mes expériences, donner des résultats bien préférables à ceux de la couveuse Vallée.

Toutefois, il y a dans l'une et l'autre de ces machines un grand inconvénient qui résulte de la difficulté que l'on éprouve à obtenir une température invariable. Que l'on emploie des lampes à huile, comme je l'ai fait à Paris, ou des becs de gaz, comme je le fais à Lille, je me suis toujours trouvé en présence de la

difficulté qui consiste à obtenir cette invariabilité de température. Je pense toutefois que cette difficulté n'est pas insurmontable, et que j'arriverai prochainement à me procurer des régulateurs qui me permettront d'obtenir avec mes becs de gaz une température constante. Mais je dois ici rappeler ce point, parce qu'il n'est pas impossible que les inégalités de température qui se sont manifestées dans mes appareils aient exercé une certaine influence sur la nature des résultats que j'ai obtenus. Je n'ai pu jusqu'à présent déterminer l'étendue de l'influence exercée par cette cause spéciale. Je suis d'ailleurs très-porté à croire que les diverses espèces de monstruosités ne sont point déterminées par des causes spécifiques et que les causes extérieures qui modifient le développement de l'embryon agissent seulement en déterminant une perturbation, une perversion dans la direction normale du développement.

C'est un point que je parviendrai, je l'espère, à éclaircir d'une manière complète, quand il me sera possible d'avoir de bons régulateurs de la température.

Un autre appareil dont je me suis servi, et qui m'a rendu de très-grands services dans mes expériences, a été un petit appareil construit par M. Carbonnier, et qui sert au mirage des œufs. J'ai pendant longtemps cherché à mirer les œufs en les regardant au soleil ou à une lumière artificielle, mais ce mode de mirage ne m'avait exactement rien donné, ce qui tient probablement à la nature même de ma vue, car je tiens de diverses personnes que le mirage des œufs est généralement chose facile. L'appareil de M. Carbonnier, qui consiste dans un tube noirci à l'intérieur, et à l'aide duquel on peut regarder l'œuf placé sur le trajet de la lumière provenant d'une lampe ou d'un bec de gaz, m'a permis au contraire d'éclairer plus ou moins complètement l'intérieur de l'œuf. J'ai pu par ce moyen constater très-facilement, au bout des premiers jours de l'incubation, l'existence de l'embryon et celle de l'aire vasculaire; j'ai pu

reconnaître les mouvements de l'embryon et constater, par conséquent, s'il était en vie; j'ai constaté l'existence de l'allantoïde; j'ai pu même, dans certains cas, diagnostiquer des faits anormaux, tels que le changement de position de l'embryon ou l'ectopie du cœur.

Assurément, je ne prétends pas que cet appareil donne toujours des résultats certains, et que, par conséquent, on puisse se confier aveuglément aux indications qu'il fournit. Mais il m'a donné, dans le plus grand nombre de cas, des indications suffisamment exactes pour me permettre d'ouvrir l'œuf très-peu de temps après la mort de l'embryon. Il en est résulté pour moi la possibilité d'utiliser pour mes études un grand nombre de faits qui jusqu'alors m'échappaient plus ou moins complètement.

La production d'une anomalie dans l'embryon de la poule diminue considérablement sa viabilité et empêche, par conséquent, l'embryon d'atteindre l'époque de l'éclosion; d'autre part, les modifications que j'introduis dans les conditions normales de l'incubation sont elles-mêmes, dans beaucoup de cas une condition de mort pour l'embryon avant qu'il ne sorte de la coquille. Tant qu'il ne m'a pas été possible d'éclairer pour mes yeux l'intérieur de l'œuf, je n'avais aucun moyen de constater la mort de l'embryon et j'étais obligé d'ouvrir mes œufs au hasard. Lorsque l'embryon avait déjà péri depuis plusieurs jours, il était souvent dans un tel état de décomposition qu'il ne se prêtait point ou du moins qu'il ne se prêtait que très-difficilement à l'étude. Cela m'a fait perdre l'occasion d'étudier un certain nombre d'anomalies qui auraient été très-curieuses pour moi. D'autre part, il m'est arrivé plusieurs fois de rencontrer des monstres vivants, et de ne pouvoir, par conséquent, les suivre jusqu'à la dernière phase de développement que ces monstres auraient atteinte s'ils avaient continué à vivre. Depuis que j'ai entre les mains l'appareil de M. Carbonnier, j'ai pu utiliser pour mes études presque toutes les anomalies qui se sont produites dans mes expériences.

Ces indications étaient nécessaires pour faire apprécier les conditions dans lesquelles je me suis placé pour obtenir les résultats qui font le sujet de ce mémoire.

Les procédés dont je me suis servi pour modifier les conditions de l'incubation ont consisté, d'une part, dans la position verticale que je donnais aux œufs, d'autre part, dans l'application partielle d'une couche d'huile sur leur surface.

Ces deux moyens avaient été employés avant moi par Geoffroy-Saint-Hilaire ; mais cet illustre savant n'avait tiré de leur emploi que quelques résultats tout à fait insuffisants. J'ai pu aller beaucoup plus loin que lui, quoique je sois encore bien loin d'avoir épuisé la question, et surtout d'en avoir tiré tout ce qu'elle est susceptible de nous donner.

L'emploi de ces deux procédés m'a d'ailleurs donné des résultats de diverse nature, et qui montrent bien que si nous arrivons à produire artificiellement des monstruosités, nous ne savons pas cependant quelles sont les causes physiques ou physiologiques qui entrent alors en jeu. En effet, j'ai vu dans mes expériences trois sortes de résultats se produire ; tantôt il n'y pas eu de formation d'embryon, tantôt l'embryon s'est formé et s'est développé d'une manière régulière, tantôt enfin il s'est produit des anomalies.

Il serait fort intéressant à coup sûr, pour la recherche et la détermination des causes, d'indiquer la proportion relative de ces trois sortes d'événements, c'est-à-dire de dresser une statistique des résultats de mes expériences. Mais je n'ai pas tardé à reconnaître qu'un pareil travail contiendrait des causes d'erreurs en si grand nombre qu'il ne nous permettrait pas de donner une approximation, même éloignée, de la vérité.

En effet, nous ne possédons encore, du moins à ma connaissance, aucun moyen pour reconnaître si la cicatricule de l'œuf a reçu ou non l'influence de la fécondation. Toutes les fois que j'ai obtenu un résultat purement négatif, il y a donc lieu de se de-

mander si l'œuf était clair ou s'il ne l'était pas. Peut-être quelque jour serai-je en mesure de résoudre cette question en constatant, d'après l'examen de la cicatricule, l'existence de la fécondation; mais jusqu'à présent je ne connais aucun moyen certain d'effectuer cette distinction.

D'autre part, j'ai été pendant longtemps, au début de mes études sur ce sujet, dans l'impossibilité de distinguer toujours ce qui est normal de ce qui anormal. Certainement aujourd'hui je fais mieux cette distinction; et j'ai étudié un assez grand nombre d'embryons pour pouvoir le plus ordinairement faire cette différence. Mais cependant il y a encore un certain nombre de cas où cette distinction est fort difficile, je dirai même impossible, parce que les conditions de l'état normal ne nous sont pas toujours connues d'une manière parfaitement exacte; ce qui résulte d'ailleurs de ce fait qu'il n'y a pas entre l'état normal et l'état anormal de limite nettement tranchée, et que ces deux états passent de l'un à l'autre par des transitions insensibles. De plus, il faut encore faire observer que cette distinction est dans beaucoup de cas d'autant plus difficile à faire que l'anomalie porte non pas sur une modification anatomique, c'est-à-dire sur une condition oculairement appréciable, mais sur la permanence, au delà d'une époque déterminée, de certains états organiques, ou, en d'autres termes, sur ce que l'on appelle *un arrêt de developpement*.

Toute appréciation numérique des résultats obtenus par moi serait donc ici une déception ou un leurre : c'est pourquoi je laisserai entièrement de côté ces sortes de considérations et je n'entrerai point dans la recherche des causes, qui me paraît être encore aujourd'hui dans une région tout à fait inaccessible aux investigations directes de la science. Il en est, en effet, de la cause des monstruosités exactement comme de la cause des maladies. Qu'un certain nombre d'hommes soient simultanément soumis à l'influence des effluves paludéennes, il n'y en aura ce-

pendant qu'une partie chez lesquels l'intoxication se manifestera. De plus, parmi les hommes qui deviendront malades, l'intoxication revêtira des formes différentes. Il en est de même dans la production artificielle des monstruosités : là aussi la cause extérieure qui exerce son influence sur l'embryon ne produira pas toujours d'action ; ou lorsqu'elle agira d'une manière efficace, ses effets, c'est-à-dire les monstruosités auxquelles elle donne lieu, seront très-divers. Ce qui revient à dire que dans l'étiologie des anomalies comme dans celle des maladies, il faut tenir compte non seulement de la cause extérieure, univoque, qui agit sur les organismes, mais encore de toutes les particularités individuelles, de toutes les *idiosyncrasies* que ces organismes peuvent présenter et qui, dans le plus grand nombre des cas, ne deviennent évidentes pour nous que lorsqu'elles se manifestent par des troubles fonctionnels ou par des perversions de l'organisation.

Je ne prétends pas cependant, en m'exprimant ainsi, jeter aucune défaveur sur la recherche des causes en tératologie comme en médecine. Je crois, au contraire, que la physiologie ne saurait aborder de plus belles ni de plus utiles questions : et, dans le cas particulier qui m'occupe ici, je dois rappeler que la recherche des causes des anomalies a toujours été le but de mes études. Mais il faut, dans la recherche de ces causes, tenir compte d'un nombre très-grand d'éléments divers dont beaucoup nous sont encore inconnus, et qui, cependant, exercent une influence plus ou moins grande sur la production du résultat définitif. Quand j'aurai encore pendant quelques années répété et multiplié mes expériences dans les conditions les plus diverses, il me deviendra peut-être possible de reconnaître l'existence de certaines causes de la monstruosité ainsi que leur mode d'action. Pour le moment, toute tentative de ce genre serait prématurée.

Mais si l'étude même des causes doit être actuellement écar-

tée, nous pouvons cependant étudier les effets que produisent ces causes inconnues : en d'autres termes nous pouvons étudier les diverses monstruosités que j'ai obtenues par les procédés que j'ai signalés plus haut, et constater la succession des divers faits qui se sont produits dans la formation de ces anomalies. Nous savons, en effet, que dans le développement d'un animal, dans cette série d'états qui se manifestent depuis la première apparition de l'embryon jusqu'au moment où se constitue l'animal adulte, les divers événements physiologiques s'enchaînent entre eux de telle façon que chacun est la conséquence de ceux qui le précèdent, et la cause déterminante de ceux qui le suivent. Il en est de même dans le développement anormal. Là aussi tous les événements tératologiques se suivent comme les anneaux d'une chaîne qu'il est possible de dérouler et avec laquelle on peut remonter jusqu'au premier anneau. C'est là surtout que réside l'intérêt de mes expériences, car mes observations me donnent actuellement l'espoir de pouvoir faire connaître tous les anneaux qui constituent la chaîne des développements de chaque espèce de monstruosité, depuis le premier fait tératologique qui a servi de point de départ. Or, jusqu'à présent, les savants qui se sont occupés de l'étude des monstruosités ne les ont étudiées que dans leur état définitif, et s'ils ont cherché à connaître les états organiques qui précèdent cet état définitif, ils ne l'ont fait que par voie d'hypothèse, et en cherchant à retrouver dans l'étude des faits actuels la trace des faits passés.

Les recherches que j'ai faites me montrent actuellement la possibilité d'observer directement la formation des monstres et d'arriver, par conséquent, à combler une lacune de la tératologie.

J'ai déjà, il y a plus d'un an, dans un travail inséré dans les *Annales des sciences naturelles*, décrit trois cas d'exencéphalie que j'avais obtenus artificiellement. J'ai décrit ces faits, fort

intéressants à bien des égards, sans faire connaître alors les procédés à l'aide desquels je les avais obtenus. Je dois dire aujourd'hui que c'est en soumettant ces œufs à l'incubation dans une position verticale, la pointe de l'œuf étant en bas et le pôle obtus en haut.

Du reste, l'incubation dans une situation verticale n'a été que rarement une cause d'anomalie.

J'ai obtenu, l'année dernière, trois cas fort curieux dans lesquels l'un des yeux manquait complètement, tandis que l'autre avait son développement normal. Dans deux de ces cas, qui se reproduisaient d'une manière très-exacte, l'absence complète de l'un des yeux s'accompagnait d'une très-remarquable anomalie du bec, dont les deux mandibules, au lieu d'être superposées comme dans l'état normal, présentaient au contraire une notable déviation. L'orbite était représenté par une simple fente. Deux de ces embryons étaient arrivés presque au terme de l'éclosion, l'autre était du douzième jour. Je ne puis d'ailleurs attacher ici aucune importance à cette considération du jour de l'incubation, parce que, dans le sujet qui m'occupe ici, elle n'en a réellement aucune. D'abord les irrégularités de mes couveuses artificielles ne me permettent point d'attacher aux différentes époques de l'incubation un sens exactement comparable à celui qu'elles ont dans l'incubation normale. D'autre part les conditions mêmes auxquelles je soumets mes œufs dans les couveuses artificielles peuvent, dans bien des cas, ralentir le développement, et changer par conséquent les époques ordinaires des diverses périodes de l'incubation.

Un retard plus ou moins considérable dans le développement est en effet l'événement que j'ai rencontré le plus souvent lorsque je soumettais des œufs à l'incubation dans une situation verticale. L'organisation restait d'ailleurs normale, et le développement pouvait se prolonger jusqu'au terme ordinaire de l'éclosion. Seulement j'ai constaté que les embryons ne pou-

vaient que difficilement bêcher leur coquille, et que, d'autre part, la rentrée du jaune dans la cavité abdominale ne se faisait que très-difficilement.

Toutefois je suis loin d'avoir épuisé les questions relatives à l'influence de la position verticale sur la production des monstruosités.

En effet, il m'est arrivé bien souvent dans mes expériences de trouver dans des œufs que j'avais soumis à l'incubation verticale des embryons qui avaient péri de très-bonne heure, du troisième au cinquième jour de l'incubation, à cette époque critique de la vie embryonnaire que j'ai signalée dans un de mes précédents mémoires, et qui se manifeste par la formation de l'allantoïde. Or, quand j'ouvrais mes œufs au dixième ou au douzième jour de l'incubation, avant d'avoir employé l'appareil de mirage, l'embryon était le plus ordinairement dans un tel état d'altération ou de décomposition qu'il ne se prêtait plus à l'étude : il m'est même arrivé plusieurs fois de ne pouvoir constater l'existence antérieure de l'embryon que par des traces indiquant, d'une manière indubitable, l'existence antérieure d'une aire vasculaire. J'ai tout lieu de croire que parmi ces embryons morts si promptement il y en avait un grand nombre de monstrueux, et que les anomalies ont été la principale cause de la mort. C'est un des premiers sujets de recherches dont je compte m'occuper dans mes expériences.

Un autre fait, également fort intéressant, que j'ai eu plusieurs fois occasion d'observer dans mes expériences sur les œufs couvés dans une situation verticale, a été le changement de position de l'allantoïde. On sait que dans les œufs couvés dans la position horizontale, qui est la position naturelle, l'allantoïde qui sort de la cavité abdominale au travers de l'ouverture ombilicale se développe dans un espace fermé dont les parois sont constituées supérieurement par le feuillet séreux, inférieurement par les feuillets vasculaire et muqueux qui recouvrent

immédiatement le vitellus, et sur l'un des côtés par l'amnios. L'allantoïde, qui se présente alors sous la forme d'une petite vessie, s'élève vers le feuillet séreux et vient s'appliquer immédiatement contre la paroi interne de la coquille. Puis, l'allantoïde s'étale peu à peu au-dessous de la coquille, en se dirigeant d'abord vers le pôle obtus de l'œuf, celui qui contient la chambre à air. Mais pour qu'un pareil événement puisse se produire, il faut de toute nécessité que le passage entre l'amnios et l'enveloppe séreuse soit parfaitement libre ; en d'autres termes, il faut que le pédicule amniotique ait disparu: autrement l'allantoïde se dirige primitivement vers la pointe de l'œuf. Or j'ai constaté plusieurs fois dans mes expériences, lorsque je plaçais l'œuf dans une position verticale, la pointe en haut, que l'allantoïde se dirigeait vers la pointe de l'œuf, et que ce n'était que tardivement qu'elle venait gagner le pôle obtus. Ce fait est d'autant plus remarquable que j'ai constaté quelque chose d'analogue dans mes expériences sur le vernissage partiel des œufs, expériences dans lesquelles j'ai vu l'allantoïde se diriger primitivement vers la pointe de l'œuf au lieu d'aller gagner le pôle obtus de la chambre à air. J'ai pendant longtemps été dans une très-grande incertitude relativement à la cause de ce curieux phénomène du déplacement de l'allantoïde. J'ai tout lieu de croire aujourd'hui que la cause de ce phénomène est purement mécanique et qu'elle tient uniquement à la permanence au-delà de l'époque ordinaire du pédicule amniotique. Il y a là, dans l'embryogénie du poulet, un point qui n'a pas été suffisamment éclairci. M. Jacquart, dans son beau travail sur la formation de l'amnios, signale l'existence du pédicule amniotique au commencement du neuvième jour de l'incubation, tandis que les auteurs qui, avant M. Jacquart, ont étudié la formation de l'amnios, indiquent cette disparition comme beaucoup plus hâtive. Je n'ai pas pour le moment les éléments d'après lesquels je pourrais fixer l'épo-

que précise de cette disparition, mais je dois indiquer ce fait, que j'ai, dans mes expériences, constaté très-souvent la permanence du pédicule amniotique bien au-delà de l'époque fixée par les auteurs. Et même, depuis que mon attention a été spécialement appelée sur ce point, j'ai presque toujours rencontré le pédicule amniotique dans les environs du huitième jour, ainsi que M. Jacquart l'a indiqué. Mais cette permanence du pédicule amniotique est-elle un fait normal ou un événement tératologique? Comme je n'ai jusqu'à présent étudié que des embryons placés dans des conditions anormales, il ne m'est pas possible de décider la question. Je suppose cependant que cette permanence du pédicule amniotique est un fait anormal et qu'elle se lie, comme je l'ai dit plus haut, avec les changements de position de l'allantoïde. C'est un fait que je compte étudier plus en détail dans un travail ultérieur.

Ainsi, comme on le voit, l'étude des embryons développés dans des œufs que je soumettais à l'incubation dans la situation verticale, m'a donné quelques résultats: mais la question est loin d'être épuisée. J'en ai dit toutefois suffisamment pour prouver que la question est fort complexe, et pour montrer comment les physiologistes qui ont étudié cette question sont arrivés à des résultats très-divergents. C'est ainsi que Réaumur, dans son ouvrage sur l'incubation artificielle, a vu l'embryon se développer aussi facilement dans la position verticale que dans la position horizontale. D'autre part, M. de Baer n'a vu presque jamais les embryons se développer dans cette position. Enfin c'est en faisant incuber des œufs dans une situation verticale que Geoffroy Saint-Hilaire a obtenu plusieurs des monstruosités artificielles qu'il a décrites dans son mémoire. Tout récemment un physiologiste allemand, M. Liharzik, est arrivé à d'autres résultats en faisant couver les œufs verticalement: il dit avoir constaté des inégalités très-remarquables de développement entre la tête et le reste du corps, chez les poulets

provenant d'œufs couvés dans la position verticale. Dans cette condition l'embryon se place, au bout de quelques jours d'incubation, dans une situation telle que son grand axe est parallèle au grand axe de l'œuf: il en résulte que la tête est tantôt à l'extrémité supérieure et tantôt à l'extrémité inférieure de l'œuf. Or, d'apres M. Liharzik, dans le premier cas, le développement de la tête serait relativement plus considérable que celui du corps, tandis que, dans le second cas, c'est l'inverse qui aurait lieu. Je ne sais pas ce qu'il y a de vrai dans l'assertion de M. Liharzik, dont je ne connais les travaux que depuis la fin de mes expériences: tout ce que je puis dire, c'est qu'un fait de cette nature qui, par les conditions mêmes où il se produit, doit être très-facile à voir, ne m'a jamais frappé dans mes expériences. Je ne manquerai pas d'ailleurs de chercher à le vérifier lorsque je reprendrai mes études sur ce sujet.

En résumé, ce qui résulte des expériences de Réaumur, de M. de Baer, de Geoffroy Saint-Hilaire, de M. Liharzik et des miennes, c'est que la position verticale des œufs pendant l'incubation n'est point un obstacle absolu au développement de l'embryon; que le développement peut se faire complètement, et l'embryon atteindre l'époque de l'éclosion, mais que cependant cette position insolite est beaucoup moins favorable que la position horizontale au développement de l'embryon; que dans les œufs placés verticalement, beaucoup d'embryons périssent de très-bonne heure, vers l'époque de la formation de l'allantoïde, époque qui, d'après toutes mes observations, me parait être une époque critique dans la vie embryonnaire; enfin, que cette position peut, dans certains cas, changer les conditions du développement normal, et devenir l'origine d'un certain nombre de monstruosités.

Je passe maintenant à la description des résultats que j'ai obtenus en recouvrant une moitié de l'œuf avec une couche d'huile.

Je dois rappeler, à ce sujet, les faits que j'ai constatés dans un de mes précédents mémoires. J'ai prouvé que l'application d'huile ou d'une substance grasse quelconque sur la coquille d'un œuf en détruit presque entièrement la porosité, tandis que les vernis ne font que diminuer la porosité de la coquille, fait d'une très-grande importance au point de vue tout spécial qui m'occupe ici, puisque les matières grasses et l'huile possèdent seules la propriété de rendre la coquille de l'œuf imperméable à l'air extérieur.

J'avais déjà fait, au début de mes études sur cette question de la formation des monstres, beaucoup d'expériences en vernissant partiellement les œufs. Ces expériences m'ont donné quelques résultats que j'ai publiés dans mon premier mémoire. Mais comme dans ces expériences je me servais de vernis, je n'atteignais mon but que d'une manière incomplète; aussi ces expériences m'avaient-elles donné peu de résultats relativement à la formation des monstruosités. L'application de l'huile sur les œufs m'a donné des résultats beaucoup plus nombreux et beaucoup plus remarquables, comme d'ailleurs la théorie le faisait prévoir.

Dans ces expériences, j'ai couvert d'huile une moitié de la coquille parallèlement au grand axe, ou, quelquefois, j'ai entouré la coquille par une couche annulaire d'huile également disposée parallèlement à son grand axe. Je n'ai que très-rarement appliqué la substance imperméable aux extrémités de l'œuf pour ne pas compliquer la question du fait du déplacement de l'allantoïde, signalé dans mon premier mémoire.

En agissant ainsi, je diminuais de moitié l'étendue de la surface par laquelle l'air peut pénétrer dans l'œuf. On conçoit donc facilement que ces conditions nouvelles aient dû amener des modifications profondes dans l'organisation de l'embryon et dans ses phénomènes physiologiques. Aussi je n'ai jamais pu amener au terme de l'incubation les embryons contenus dans

les œufs que je soumettais à l'incubation après avoir recouvert d'une couche d'huile la surface de leur coquille. L'embryon normal ou anormal a toujours péri à l'époque où l'allantoïde s'étend sur toute la face intérieure de la coquille pour former l'organe respiratoire de l'embryon, et il périt parce que l'allantoïde ne s'étend pas dans toute cette partie de la coquille qui a été graissée avec de l'huile.

Il résulte de ces faits que l'asphyxie doit être la cause de la mort dans les conditions anormales où j'ai placé mes œufs dans ces expériences d'incubation. L'examen de mes embryons m'a montré, en effet, que les choses se passent réellement ainsi. J'ai vu souvent, lorsque l'embryon était sur le point de mourir, le sang prendre cette teinte brune qui caractérise le sang veineux ; j'ai vu également, et sur les embryons qui allaient mourir, et sur les embryons déjà morts, de nombreuses congestions pouvant occuper tous les organes, et même, dans certains cas, ces congestions s'accompagnaient d'hémorrhagie. Certaines parties du corps paraissent même être le lieu d'élection de ces hémorrhagies. Tel est, par exemple, à la région céphalique, l'intervalle qui sépare les parois de la tête des diverses vésicules cérébrales. Tel est aussi l'amnios dont la sérosité, qui est ordinairement parfaitement limpide, devenait assez souvent sanguinolente par suite d'un mélange de sang épanché.

Dans tous ces embryons qui avaient ainsi péri par asphyxie, j'ai constaté un fait très-curieux et qui, à ma connaisance du moins, n'a jamais été signalé comme phénomène accompagnant la mort : c'est une dilatation énorme de la région auriculaire du cœur, qui est distendue par une accumulation considérable de sang dans sa cavité : il m'est même arrivé de rencontrer ce sang à l'état de caillots. Cette dilatation de la région auriculaire, qui fait paraître cette région beaucoup plus volumineuse que la région ventriculaire, laquelle au contraire se vide au moment de la mort, est quelquefois tellement marquée qu'elle produit un

déplacement du cœur, et que pendant longtemps, dans mes études, j'ai cru, lorsque je rencontrais de ces faits, me trouver en présence d'une ectopie véritable. Je me suis assuré, par de nombreuses observations, que cette dilatation de l'oreillette est un fait des derniers temps de la vie, que c'est un fait d'agonie, si l'on peut parler ainsi, et que, par conséquent, cette particularité physiologique, fort curieuse en elle-même, n'a aucun rapport direct avec la production des monstruosités. C'est un point que je signale aux recherches des physiologistes et des pathologistes : la dilatation des oreillettes ne s'observerait-elle point pendant les phénomènes encore si peu connus de l'agonie, et particulièrement dans les maladies qui s'accompagnent d'obstacles plus ou moins grands à la fonction de l'hématose ?

Toutefois l'asphyxie n'a pas toujours été la cause de la mort de mes embryons, dont la coquille était imperméable par moitié. Je les ai vus périr bien souvent avant que l'asphyxie ne devînt inévitable, et j'ai constaté que dans ces circonstances la mort pouvait tenir à une cause tout autre. Cette cause de mort est l'anémie. J'ai rencontré souvent des embryons vivants ou morts, et qui étaient plus ou moins complètement exsangues, qui, par conséquent, présentaient dans leur aspect un contraste très-frappant avec celui des embryons morts par asphyxie dont je parlais tout à l'heure. L'anémie peut, chez les embryons, aller jusqu'à un degré vraiment incroyable. J'ai vu, par exemple, un embryon vivant dont le sang était entièrement incolore, et tout à fait semblable à de l'eau. Toutefois l'examen microscopique m'a montré que ce liquide contenait encore en suspension un petit nombre de globules sanguins. La partie périphérique de l'aire transparente contenait encore un peu de sang rouge, à l'état de stagnation, mais il n'y avait rien de semblable dans toute la partie médiane, celle qui entoure l'embryon.

Bien que dans ce travail je doive surtout insister sur les résultats que j'ai obtenus en réservant pour des publications ulté-

rieures l'indication des nombreuses conséquences physiologiques qui en résultent, je ne puis pas cependant ne pas faire remarquer l'analogie très-grande que présentent ces faits avec les faits analogues observés si souvent chez les nouveau-nés dans l'espèce humaine. L'état de mort apparente des nouveau-nés qui est fréquemment un obstacle à l'établissement de la première respiration, peut tenir en effet à des causes bien différentes, l'asphyxie et l'anémie, qui, toutes choses égales d'ailleurs, se présentent dans des conditions physiologiques tout à fait comparables à celles que j'ai signalées dans mes expériences.

Du reste, ces différentes conditions d'asphyxie et d'anémie que j'ai constatées dans mes expériences ne sont pas simplement la conséquence de l'application de l'huile sur une partie de la coquille; elles tiennent aussi, d'une manière bien évidente, aux monstruosités elles-mêmes, dans les cas où des monstruosités se sont produites. Et ici il importe, pour bien apprécier cette cause de mort chez les embryons monstrueux, de montrer comment dans l'embryon des oiseaux, les monstruosités, quant à leur développement, nous présentent des conditions tout à fait différentes de celles que nous rencontrons chez les mammifères. En effet, l'embryon d'oiseau, du moment où il commence à se former dans le blastoderme jusqu'à celui de l'éclosion, vit d'une vie complètement indépendante, et ne peut tirer sa nourriture que des éléments de l'albumine et du vitellus que contient la coquille de l'œuf. L'embryon des mammifères est, au contraire, dans des conditions beaucoup plus favorables: il se fixe aux parois de l'utérus, d'abord à l'aide des villosités du chorion, puis à l'aide du placenta, et il vit ainsi, jusqu'au moment de la naissance, d'une vie d'emprunt. Il résulte de cette différence physiologique une différence très-marquée dans la viabilité des monstres chez les mammifères et chez les oiseaux. En effet, la monstruosité, qui est, dans bien des cas, un obstacle à l'accomplissement des phénomènes physiologiques, est, par cela même,

un obstacle à la vie des monstres. On comprend donc que dans les cas où l'embryon se développe d'une manière indépendante, la monstruosité puisse le faire périr de très-bonne heure, tandis que l'embryon monstrueux des mammifères, qui vit en parasite dans l'utérus, peut prolonger sa vie, dans beaucoup de circonstances, jusqu'à l'époque de la naissance, et, par suite de cette cause, continuer à s'accroître pendant toute la durée de la vie intrà-utérine. Ces faits ont une très-grande importance, car ils nous expliquent les différences que l'on a signalées quant à la fréquence des monstruosités, et quant à la diversité des types monstrueux, entre les mammifères et les oiseaux. J'ai lieu de croire, contrairement à ce qui semblerait résulter des travaux publiés sur la monstruosité, que la fréquence des formations monstrueuses est plus grande chez les embryons à incubation extérieure que chez les embryons à incubation intérieure ; parce que les premiers sont soumis à des influences extérieures beaucoup plus variées que les seconds. Mais il arrive que dans les animaux à incubation extérieure l'embryon monstrueux périt de très-bonne heure, et ne peut arriver dans le plus grand nombre des cas jusqu'au moment de l'éclosion. Il en résulte qu'un très-grand nombre de faits passent complètement inaperçus, parce que les personnes qui font couver n'ont point la pensée d'aller étudier l'embryon des œufs dans lesquels il n'y a point eu d'éclosion et que d'ailleurs, au terme des 21 jours de l'incubation, l'embryon serait plus ou moins décomposé et putréfié, et ne présenterait plus à l'observateur que des traces indiscernables. C'est là ce qui explique comment, dans mes expériences, où j'ai presque toujours ouvert mes œufs du huitième au douzième jour de l'incubation, il m'a été possible d'observer un certain nombre de monstruosités qui ne figurent point dans les ouvrages tératologiques comme provenant des oiseaux.

Il résulte de ces considérations que si les études tératologiques que je fais sur les oiseaux, peuvent s'appliquer dans une cer-

taine mesure à la tératogénie des mammifères, il y a cependant dans cette dernière classe des conditions toutes spéciales qui restreignent à quelques égards les applications que j'aurais voulu pouvoir faire de mes études tératologiques actuelles. La production des monstres chez les mammifères devra donc former le sujet d'un autre travail pour lequel je me suis déjà préparé.

Toutes ces considérations étaient nécessaires pour faire apprécier la valeur des résultats que j'ai obtenus, et dont je vais maintenant faire connaître les principaux, ceux que j'ai observés d'une manière assez complète pour ne pas conserver de doutes sur leur nature.

Mais avant de les étudier, je dois dire tout d'abord que je les signale dans mon travail tels qu'ils se sont présentés à moi, et sans faire intervenir aucune considération théorique. J'ai besoin de faire cette réserve, car, dans une autre circonstance, lorsque j'ai présenté à l'Académie, au mois d'août 1861, les premiers résultats de mes travaux, j'avais cru pouvoir aller plus loin, et déduire de mes observations certaines tentatives d'explication. J'avais cherché à montrer que la monstruosité est, dans beaucoup de circonstances, le résultat d'un changement de position de l'embryon par rapport au vitellus, puisque du troisième au quatrième jour, sa position change. La tête se tourne d'abord sur le tronc, de telle sorte qu'elle soit en rapport avec le vitellus par le côté gauche ; puis ce mouvement de la tête est suivi par un mouvement de tout le tronc qui vient peu à peu se placer en entier sur le côté gauche à la suite de la tête. Or dans certaines circonstances, ce mouvement ne se fait pas, ou ne se fait qu'incomplètement et seulement pour la tête. Dans d'autres cas le mouvement se produit en sens inverse, c'est-à-dire que la tête et le corps à sa suite, se tournent sur le côté droit. Comme ces faits s'accompagnent très-souvent d'événements tératologiques, j'avais pensé d'abord que cette coexistence indiquait un rapport de cause à effet. Mais les nouvelles observations que j'ai faites,

cette année, me donnent lieu de croire que la question est beaucoup plus complexe que je ne l'avais cru tout d'abord, et que si les changements de position de l'embryon sont, dans certains cas, comme cela est incontestable pour moi, le point de départ de la formation de certaines anomalies, ils ne sont pas toujours cependant le fait primitif de la monstruosité, et sont eux-mêmes le résultat d'événements tératologiques antérieurs.

Toutefois, tout en laissant plus ou moins complètement de côté la recherche des causes, je dois cependant signaler un certain nombre de faits que j'ai très-fréquemment observés, et qui jouent très-probablement un grand rôle dans la formation des monstruosités, bien que je n'aie pu encore établir ce rôle avec une précision suffisante : ces faits consistent dans les arrêts de développement de l'amnios et dans la soudure de cette membrane soit avec le feuillet séreux, soit avec le feuillet vasculaire. Comme ces faits, les derniers surtout, se sont rencontrés un très-grand nombre de fois dans mes expériences, je dois les mentionner ici d'une manière toute spéciale.

Je parlerai d'abord des adhérences de l'amnios avec le feuillet séreux et avec le feuillet vasculaire. Il y a d'abord une de ces adhérences qui est normale pendant un certain temps, comme je l'ai déjà dit au commencement de mon mémoire. Cette adhérence c'est le pédicule amniotique ; je l'ai souvent rencontrée dans des œufs couvés dans l'incubation verticale ; je l'ai également presque toujours rencontrée dans les œufs à coquille rendue imperméable à l'air par moitié. J'ai déjà indiqué plus haut comment la permanence du pédicule amniotique pouvait amener un déplacement de l'allantoïde ; c'est un point sur lequel je ne reviendrai pas ici. Dans ces conditions, l'adhérence de l'amnios au feuillet séreux s'explique par la permanence d'une condition normale, mais transitoire et de peu de durée.

Mais dans beaucoup de circonstances, cette adhérence n'était pas la seule. Le pédicule amniotique s'insère sur la partie de

l'amnios qui correspond à la région lombaire de l'embryon. Or j'ai souvent constaté l'existence d'une autre adhérence occupant la partie de l'amnios qui correspond à la région céphalique de l'embryon, et particulièrement à l'œil droit. Cette nouvelle adhérence, qui d'ailleurs coexistait toujours avec la première, était évidemment accidentelle. Il en était de même d'une autre adhérence, que j'ai également plusieurs fois rencontrée, et qui faisait en quelque sorte le pendant de la première ; c'est une adhérence entre le feuillet vasculaire et la partie de l'amnios qui répond à l'œil gauche.

J'ai observé ces trois sortes d'adhérences, qui occupaient toujours la même position sur un grand nombre d'embryons normaux et anormaux. Jusqu'à quel point peut-on leur attribuer un rôle dans la production des anomalies ? c'est ce que je ne me permettrai point de décider. Je me contenterai seulement de faire remarquer qu'elles sont probablement un obstacle à l'accroissement de l'amnios, et que, par suite, elles peuvent gêner l'embryon dans son développement normal. Je crois également, mais sans pouvoir aujourd'hui appuyer encore ma manière de voir sur des faits bien certains, que ces brides amniotiques extérieures sont le point de départ des brides amniotiques intérieures, c'est-à-dire de brides étendues de la face interne de l'amnios jusqu'à certaines parties de l'embryon, brides que j'ai déjà eu occasion de décrire dans un de mes mémoires imprimés. Je n'ai pas besoin de rappeler d'ailleurs, ce que tous les physiologistes savent, que Geoffroy-Saint-Hilaire a souvent insisté sur l'existence de ces brides, qui unissent certaines parties de l'embryon ou du fœtus monstrueux à certains points de ses membranes, et qu'il a vu dans l'existence de ces brides le point de départ d'un certain nombre de monstruosités. Mes observations auront peut-être pour résultat de confirmer et d'étendre ces vues de Geoffroi-Saint-Hilaire en montrant qu'il y a un certain nombre de points déterminés, de lieux d'élection pour la formation de ces adhé-

rences dont le rôle paraît être fort important dans la tératogénie.

J'ai eu également occasion de constater un certain nombre d'arrêts de développement de l'amnios. Ainsi j'ai vu plusieurs fois cette membrane réduite au capuchon céphalique ; dans d'autres circonstances j'ai constaté la permanence de l'ombilic amniotique qui, dans certains cas, était encore très-considérable, et laissait voir à l'extérieur une partie plus ou moins considérable de la tête et du tronc de l'embryon. J'ai tout lieu de croire que ces arrêts de développement de l'amnios peuvent, dans certains cas, devenir le point de départ de formations tératologiques.

Je puis, à ce sujet, citer un fait très-curieux que j'ai eu récemment occasion d'observer. Dans un embryon ouvert au huitième jour de l'incubation, mais qui avait déjà péri depuis plusieurs jours, j'ai rencontré une semblable disposition de l'amnios, qui était largement ouvert dans toute la région dorsale. Or j'ai pu constater, quoique l'embryon fût déjà dans un état de décomposition assez avancé pour m'empêcher de tout voir, que le rebord supérieur de cette ouverture de l'amnios, rebord formé par la jonction du capuchon céphalique avec le rebord du feuillet séreux, avait contracté des adhérences avec la tête de l'embryon, et je crois, mais je n'ai pu m'en assurer, qu'il en était de même pour le bord inférieur de cette ouverture. Les adhérences de l'amnios avec certaines parties du corps de l'embryon avaient déterminé des anomalies. La tête avait accompli son changement de position, mais le corps, qui était resté couché à plat sur le vitellus, présentait une énorme incurvation au point de jonction de la région cervicale avec la région dorsale. Il semblait que l'amnios n'ayant pu se développer par suite de sa soudure avec l'embryon, celui-ci n'avait pu se développer qu'en se recourbant sur lui-même. Cet embryon présentait également une ectopie du cœur, et une ouverture ombilicale antérieure beaucoup plus considérable que d'ordinaire : malheureusement son état de décomposition ne m'a pas permis de bien apprécier toutes les conditions de cette ectopie.

J'aurai encore occasion dans le cours de ce mémoire d'indiquer quelques autres faits du même genre, et dans lesquels des adhésions récentes anormales coexistaient avec des anomalies plus ou moins graves.

Je me crois donc en droit d'admettre que ces adhérences accidentelles constituent un élément important de l'histoire des anomalies; mais je n'ai pas encore réuni un nombre de faits suffisants pour pouvoir établir d'une manière bien certaine leur véritable rôle ; pour décider, par exemple, si elles constituent, dans tous les cas, comme Geoffroy-Saint-Hilaire avait cru pouvoir l'admettre, le point de départ des événements tératologiques, ou si elles ne seraient elles-mêmes que le résultat d'événements tératologiques antérieurs. Peut-être quand j'aurai, pendant quelque temps encore, multiplié mes observations, me sera-t-il possible de résoudre la question, et de placer une théorie là où il n'y a encore qu'une accumulation de faits.

Je passe maintenant à la description de plusieurs cas très-curieux dont je ferai ressortir les particularités les plus remarquables.

Un œuf qui avait été recouvert d'une couche annulaire d'huile parallèlement à son grand axe fut mis en incubation le 6 juin 1861, et ouvert le 17 juin.

J'avais constaté par le mirage que l'embryon vivait encore le 15 juin; il avait donc vécu au moins pendant neuf jours. J'avais pu également constater pendant la vie l'existence des battements du cœur, et les faire constater par d'autres : ce fait insolite m'avait permis de diagnostiquer sur l'œuf une ectopie complète du cœur.

L'examen que j'en ai fait m'a prouvé que je ne m'étais point trompé; mais en même temps j'ai trouvé des anomalies plus remarquables encore. L'amnios était complètement fermé et présentait le pédicule amniotique; l'allantoïde était sortie, comme cela a lieu dans l'état normal, au côté droit de l'embryon. Le

cœur était tout-à-fait en dehors de l'ouverture ombilicale, et il se voyait au-dessus du vitellus, à droite du corps de l'embryon, qui était resté couché à plat sur le vitellus, et n'avait pas pris sa position normale sur le côté gauche. Le cœur était très-volumineux, mais complètement renversé sur lui-même ; la région ventriculaire était supérieure, la région auriculaire inférieure. Mais cette ectopie n'était pas le fait le plus remarquable : l'embryon présentait, à première vue, un aspect entièrement insolite, car on n'apercevait dans l'amnios que le corps avec les quatre membres bien formés, mais sans aucune trace de tête ; et hors de l'amnios, au côté droit, le cœur, et au-dessous du cœur, l'allantoïde.

En y regardant de près, on finissait par retrouver la tête, même assez volumineuse, mais elle s'était enfoncée dans l'intérieur de la cavité du vitellus. Pour comprendre comment cela avait pu se faire, il faut admettre que la tête n'ayant point changé de position, et ne s'étant point tournée à gauche, comme elle le fait dans l'état normal, avait dû, en se développant et en se recourbant en avant, pénétrer dans l'intérieur du vitellus en poussant devant elle d'abord la partie antérieure de l'amnios, puis le feuillet vasculaire, puis enfin le feuillet muqueux. Ces trois tuniques ainsi juxtaposées autour de la tête s'étaient soudées à la tête, et il en était résulté une masse informe qui faisait saillie dans l'intérieur de la cavité du vitellus, et dans laquelle il était à peu près impossible de distinguer aucun organe.

On voyait seulement, en avant, quelque apparence de lobes cérébraux, et aussi la région du bec supérieur, à l'époque où la partie qui donnera naissance aux intermaxillaires ne fait pas encore de saillie au-delà de la région des maxillaires eux-mêmes. On voyait à la gauche de cette masse encéphalique un point noir dont l'existence indiquait la masse de l'œil. Rien de pareil ne se voyait au côté gauche. Toute cette masse était rouge et avait été le siége de congestions et d'épanchements sanguins

La masse encéphalique paraissait comme étranglée au point

où elle pénétrait dans le vitellus, par le rebord de ces divers feuillets avec lesquels elle était soudée. Cet étranglement avait été très-probablement le point de départ des congestions sanguines, dont la trace était encore bien évidente.

Ce fait est fort intéressant à beaucoup d'égards ; il soulève un grand nombre de questions physiologiques d'une haute importance. Malheureusement, jusqu'à présent il est le seul de ce genre qui se soit présenté dans mes expériences ; aussi ne m'a-t-il pas été possible de faire à son sujet des études aussi complètes que je l'aurais désiré. Je ferai remarquer seulement qu'il présente une très-grande analogie avec les monstres humains que Geoffroy-Saint-Hilaire a décrits sous le nom d'*hémiacéphales*. Il y a toutefois cette différence que dans les hémiacéphales humains le cœur n'existait point, ou du moins n'existait qu'à l'état rudimentaire. Mais il n'est peut-être pas impossible d'expliquer cette différence par la rapidité de la mort dans l'embryon que j'ai décrit, tandis que dans les hémiacéphales humains la vie intrà-utérine s'était prolongée pendant un temps assez long, et que le cœur avait pu cesser de bonne heure ses fonctions et se convertir en une masse informe et rudimentaire, sans que la vie fût pour cela immédiatement compromise. Je dois faire remarquer encore, à l'occasion de ce fait, que la pénétration de la tête dans l'intérieur de la cavité du vitellus ou de la vésicule ombilicale, qui est un fait absolument anormal chez les oiseaux, paraît être au contraire la règle générale dans le développement de certaines espèces de mammifères. Ces faits ont été vus dans l'embryon du chien et du lapin par MM. de Baer, Coste et Bischoff.

Une autre anomalie que j'ai eu occasion d'observer est l'inversion des viscères. Je l'ai rencontrée deux fois, et dans des conditions qui ne laissaient aucune prise au doute. Le cœur était disposé de telle sorte que les parties qui, dans l'état normal, sont à gauche, étaient à droite, et *vice versâ*, les parties qui occupent le côté droit se trouvaient à gauche.

L'estomac occupait le côté droit de la cavité abdominale, et l'allantoïde qui, dans l'état normal sort de l'ouverture ombilicale au côté droit de l'embryon, sortait au contraire à son côté gauche. Les embryons que j'ai observés au cinquième et au sixième jour de l'incubation étaient encore trop peu développés pour me permettre de suivre dans tous leurs détails toutes les conséquences anatomiques de l'inversion des viscères ; mais les faits que je viens d'indiquer ne peuvent me laisser aucun doute sur l'existence de cette inversion. Je ferai remarquer d'ailleurs que M. de Baer a déjà décrit, il y a plus de trente ans, un embryon présentant des conditions anatomiques tout à fait comparables à celles que j'ai observées moi-même, et qu'il n'a pas hésité à y voir un fait d'inversion. Mais il y avait cette différence entre le cas observé par M. de Baer et ceux que j'ai observés moi-même, que, dans mes deux observations, l'anomalie était le résultat de causes déterminées par moi, tandis que l'observation de M. de Baer était simplement le résultat d'une combinaison de causes tout à fait étrangères à la volonté de l'observateur.

Il y avait d'ailleurs dans mes observations et dans celles de M. de Baer une particularité fort importante et qui paraît se lier de la façon la plus étroite au fait de l'inversion des viscères. Cette particularité, c'est un changement de position de l'embryon qui, au lieu de se tourner sur le côté gauche, comme dans l'état normal, s'était au contraire tourné sur le côté droit. Mais ce changement de position de l'embryon par rapport au vitellus est-il la cause de l'inversion, ou seulement un de ses effets? M. de Baer, en mentionnant le cas dont j'ai parlé tout à l'heure, voit dans ce changement de position de l'embryon la cause même de l'inversion des viscères ; seulement il ajoute que cette cause ne produit pas toujours l'inversion, et il mentionne à ce sujet un autre embryon complètement couché sur le côté droit, mais qui ne présentait aucune trace d'inversion. J'ai partagé pendant longtemps l'opinion de M. de Baer, et j'ai même, l'année dernière, en faisant connaître à l'Académie les premiers résultats

de mes expériences, signalé ce changement de position comme étant le point de départ de l'inversion. Deux observations que j'ai eu tout récemment occasion de faire me donnent lieu de croire que l'inversion des viscères est la cause et non l'effet du changement de position de l'embryon, et qu'elle se manifeste dans l'embryon à une époque notablement antérieure à celle du changement de position. On sait en effet que le cœur, lorsqu'il commence à se former, occupe d'abord une position médiane, au dessous de la tête, puis, que par le progrès de son développement il se transforme, de canal rectiligne qu'il était d'abord, en un canal curviligne, dont la convexité se tourne à droite. Il en résulte que lorsqu'on étudie l'embryon avant son changement de position, on voit l'arc formé par le cœur à la droite de l'embryon. Or, j'ai eu récemment occasion d'observer deux embryons non encore retournés et chez lesquels l'arc cardiaque se voyoit au côté gauche. Je ne puis avoir aucun doute sur l'exactitude de mon observation, car j'ai vu pendant un certain temps, après l'ouverture de la coquille, les battements du cœur se manifester dans cette condition insolite. Ces deux faits très-curieux à beaucoup d'égards, quand on les considère en eux-mêmes, me paraissent d'autant plus intéressants que, dans mon opinion du moins, ils me donnent une explication toute simple du fait de l'inversion des viscères, ainsi que je le démontrerai dans un mémoire spécial, où je compte également montrer comment, dans le cas de monstruosités doubles, où l'un des sujets présente une inversion, cette inversion de l'un des sujets peut aussi s'expliquer de la façon la plus simple et la plus naturelle, en partant de mes observations actuelles.

L'inversion des viscères me paraît donc être le résultat d'une modification particulière dans la disposition du cœur, modification qui se produit de très-bonne heure, et qui entraîne à sa suite, comme une conséquence nécessaire, le changement de position de l'embryon qui se couche par son côté droit sur le vitellus. Mais ce changement de position de l'embryon n'est pas toujours

la conséquence du fait de l'inversion. Il arrive assez fréquemment que l'embryon se couche sur le côté droit sans qu'il y ait inversion des viscères, et même sans qu'il y ait aucune monstruosité. C'est un fait dont j'ai certainement rencontré une vingtaine d'exemples depuis deux ans. Il est très-possible que dans un grand nombre de cas, ce changement de position soit tout à fait accidentel, et qu'il se soit produit au moment même où l'on déplace l'œuf pour le mirer ou pour l'ouvrir. Toutefois, ce changement de position peut, dans certains cas, se produire antérieurement à la pénétration du cœur dans la région thoracique. On obtient, dans ces conditions, de très-curieux cas d'ectopie du cœur qui n'ont pas été décrits jusqu'à présent. Dans un de ces cas, le cœur était suspendu à la partie supérieure du côté dorsal de la région cervicale de l'embryon, à peu près, qu'on me passe la comparaison, comme la hotte sur le dos d'un portefaix. Dans un autre cas, plus curieux encore, le cœur était placé au-dessus de la tête. Ces deux si étranges ectopies du cœur s'expliquent de la façon la plus simple : le cœur s'est d'abord constitué, comme dans l'état normal, à la droite de l'embryon. Mais l'embryon se tournant sur le côté droit avant que le cœur n'ait pénétré dans la cavité thoracique, cet organe reste suspendu en arrière du thorax ou au-dessus de la tête et ne peut plus arriver dans la poitrine. Ces deux ectopies du cœur sont au nombre des plus curieuses anomalies qui se soient produites dans mes expériences. J'ai malheureusement perdu la note que j'avais rédigée à l'occasion du second cas, de celui où le cœur était situé au-dessus de la tête; mais je puis donner quelques détails intéressants sur le premier.

L'œuf avait été mis en incubation le 5 juin 1861 et ouvert le 12 juin.

Le 10, le mirage avait donné des doutes sur l'existence de la vie.

Cet œuf n'avait point été couvert d'huile, mais il avait été

placé dans une position verticale, le gros bout en haut. Le changement de position de l'embryon ne s'était encore manifesté d'une manière complète qu'à la tête, qui reposait entièrement sur le côté droit et qui présentait des brides d'adhérences avec l'amnios. Les yeux ne se voyaient point. Le tronc, à l'exception de la région cervicale qui avait suivi le mouvement de la tête, était encore couché à plat sur le vitellus, mais il montrait une tendance à se tourner sur le côté gauche, c'est-à-dire en sens inverse de la tête ; il était du reste couché dans le sens de sa longueur, très-probablement par suite des adhérences de la région encéphalique qui avaient fait un obstacle à son développement rectiligne.

L'amnios existait, mais comme il s'est rompu au moment où j'ai ouvert l'œuf, je n'ai pu me rendre compte de sa disposition qui eût été fort intéressante à connaître ; j'ai constaté également l'existence de l'allantoïde qui était sortie au côté droit.

J'ai maintenant à décrire un certain nombre d'anomalies qui se sont caractérisées par une ectopie totale ou partielle du cœur, et dans lesquelles cet organe se trouvait plus ou moins complètement en-dehors de la cavité thoraco-abdominale et faisant hernie au travers de l'ouverture ombilicale encore fort large. Je ne décrirai point ici tous les faits de ce genre que j'ai observés, parce que cela m'exposerait à des répétitions inutiles; je choisirai seulement dans mon journal d'expériences un certain nombre de faits nettement caractérisés.

N° 1. — Œuf mis en incubation le 6 juin 1861, ouvert le 17 juin ; la vie avait été constatée le 15 juin.

La moitié de la coquille correspondant au gros bout avait été huilée; l'allantoïde se dirigeait vers le petit bout. Dans cet embryon le cœur tout entier était en dehors de l'ouverture ombilicale; l'embryon était entièrement couché sur le côté gauche.

N° 2. — Œuf mis en incubation le 6 juillet et ouvert le 18 juillet.

La coquille de l'œuf avait été vernie dans une de ses moitiés parallèlement au grand axe; l'embryon était mort. L'allantoïde avait le diamètre d'une pièce de 5 fr. et se dirigeait, comme d'ordinaire, vers la chambre à air. Inégalité très-manifeste de volume entre les yeux et les lobes optiques : l'œil droit et le lobe optique droit étant notablement plus petits que l'œil gauche et le lobe optique gauche. Ectopie partielle du cœur : la région auriculaire occupait sa position normale à la partie supérieure de la région thoracique, tandis que la région ventriculaire sortait au dehors de la cavité abdominale par la cavité ombilicale largement ouverte.

La région auriculaire et la région ventriculaire de cet organe sont à une assez grande distance l'une de l'autre et séparées par un conduit particulier qui n'est autre chose que le canal auriculo-ventriculaire persistant, et qui, dans le cas actuel, avait une étendue presque aussi considérable que celle de chacune des deux régions qu'il sépare.

Je dois faire remarquer ici que, dans la note que j'ai présentée à l'Académie au mois d'août dernier, j'ai, par mégarde, donné à ce conduit le nom de *détroit de Haller*. Le détroit de Haller est en effet un autre organe : le petit canal qui sépare le bulbe artériel de la région ventriculaire.

Cette méprise de ma part ne peut d'ailleurs rien changer à la description que je donne ici, puisqu'elle porte uniquement sur une dénomination inexacte.

Ce genre particulier d'ectopie du cœur à un grand intérêt à divers égards. D'abord, c'est la première fois qu'on le signale, soit chez le poulet, soit dans l'espèce humaine où les ectopies du cœur ont été si souvent l'objet des études des anatomistes. Je soupçonne cependant que c'était le genre d'ectopie observé par

Geoffroy-Saint-Hilaire dans l'un des monstres artificiels dont il a donné la description. Je n'ai pas actuellement sous les yeux le mémoire de Geoffroy-Saint-Hilaire, mais je lis dans le *Traité de Tératologie* d'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire la phrase suivante : « Dans ce poulet célosome, l'éventration avait entraîné avec elle le cœur qui était devenu visible à l'extérieur, quoique en grande partie enfoncé dans le thorax. Le sternum ne se prolongeait pas inférieurement aussi loin qu'à l'ordinaire. »

Cette indication, fort incomplète d'ailleurs, me paraît indiquer un fait comparable au mien ; toutefois il y est mention du sternum, tandis que dans mon embryon je n'y ai rien trouvé de semblable. Mais cette différence n'est très-probablement qu'une question d'âge. En effet, l'embryon observé par Geffroy-Saint-Hilaire avait été soumis à l'incubation dans la position verticale, position qui, ainsi que je l'ai dit plus haut, n'est point un obstacle absolu au développement complet de l'embryon, tandis que, dans mes expériences sur les œufs à coquille rendue, par moitié, imperméable à l'air, je n'ai jamais vu la vie se prolonger au delà d'une certaine limite.

Je dois faire remarquer également que cette ectopie partielle du cœur est l'un des faits que j'ai le plus fréquemment observés dans mes expériences sur la production des monstruosités. J'en ai bien rencontré une douzaine d'exemples au mois de juin et au mois de juillet de l'année dernière. Je ne les mentionne point tous dans mon mémoire actuel pour éviter de fastidieuses et inutiles redites, et je me contenterai d'en indiquer quelques-unes dans lesquelles, comme dans l'observation précédente, cette anomalie s'accompagnait d'anomalies toutes différentes ; tandis que, dans certains cas, elle constituait le seul événement tératologique que présentaient mes embryons.

N° 3. — Œuf mis en incubation le 6 juin 1861, ouvert le 17 juin ; couvert d'huile dans une moitié parallèle au grand axe.

L'embryon était mort depuis longtemps, et déjà trop altéré pour permettre une étude complète ; toutefois je le mentionne ici parce qu'il m'a présenté des particularités fort curieuses. Le corps ne s'était point retourné, tandis que la tête s'était placée sur le côté gauche ; le train postérieur du corps présentait une atrophie notable ; il y avait une fente à la région lombaire qui indiquait probablement l'existence d'un *spina bifida* ; mais, n'ayant pu m'en assurer, je n'indique ce fait qu'avec un point de doute. Les membres postérieurs étaient notablement plus petits que les membres antérieurs, et, parmi les membres postérieurs. le membre gauche présentait, par rapport au membre droit, une atrophie notable. Il avait la même longueur, mais la région pédieuse était beaucoup plus étroite, et très-probablement il y avait eu une diminution dans le nombre des doigts. Le lobe optique droit était plus petit que le gauche.

N° 4. — Œuf mis en incubation le 6 juillet, ouvert le 17 juillet. La coquille avait été huilée dans la moitié qui correspond au gros bout ; l'embryon avait péri depuis quelques jours ; l'amnios était complètement formé et distendu par l'accumulation d'un liquide transparent : je n'ai pu voir de trace d'allantoïde, L'ouverture ombilicale était très-large : le cœur tout entier, ventricules et oreillettes, faisait saillie en dehors de la cavité thoraco-abdominale. L'embryon était entièrement couché sur le côté gauche. A la tête, le lobe optique droit était plus petit que celui de gauche ; les yeux étaient complètement atrophiés et leur existence simplement indiquée par des points noirs. Très-probablement la face présentait des anomalies, mais l'état déjà altéré de l'embryon ne m'a pas permis de les soupçonner. Mais ce qu'il y avait surtout de remarquable dans le fait que j'étudie, c'était une absence complète des membres postérieurs. Le corps se terminait en arrière par un petit crochet formé par l'extrémité caudale repliée sur la colonne vertébrale.

Il y avait là, comme on le voit, un cas très-curieux de ce genre de monstruosité qu'Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire a décrit sous le nom d'*ectromélie bis-abdominale.*

N° 5. — Œuf mis en incubation le 6 juillet, ouvert le 14. La coquille avait été couverte d'huile dans une moitié parallèle au grand axe. L'embryon était vivant et placé d'une manière normale. Ectopie partielle du cœur tout à fait semblable à celle qui a été décrite plus haut. Inégalité remarquable des membres inférieurs; le membre inférieur gauche étant notablement plus petit que le membre inférieur droit.

N° 6. — Œuf mis en incubation le 12 février, ouvert le 26. La coquille de l'œuf avait été couverte d'huile dans une moitié parallèle au grand axe. L'embryon vivait encore au moment de l'ouverture de la coquille, mais le sang avait déjà une teinte livide et qui indiquait bien évidemment un commencement d'asphyxie. L'allantoïde était déjà bien développée : elle adhérait à l'amnios à l'endroit où se trouve le pédicule amniotique. L'ouverture ombilicale était très-largement-béante et laissait en dehors d'elle le cœur tout entier, dont la région auriculaire était fortement distendue par le sang, et le foie lui-même. C'est, comme on le voit, une particularité fort remarquable et différente de toutes les ectopies que j'ai précédemment décrites. Mais il y a de plus dans cet embryon une autre particularité non moins remarquable : c'est une hyperencéphalie tout à fait comparable à celle que j'ai décrite dans un de mes mémoires précédents et qui m'avait été présentée par un embryon soumis à l'incubation dans un œuf placé verticalement. Toute la masse encéphalique était en dehors et au-dessus de la tête où elle formait une tumeur blanche et mamelonnée. L'œil gauche est bien développé, mais l'œil droit manque complétement; sa place n'est indiquée que par une simple fente linéaire qui représente l'orbite. La mandi-

bule supérieure est notablement plus petite que la mandibule inférieure ; elle est de plus notablement déviée de sa position naturelle, de telle sorte qu'il y a un défaut de correspondance entre les deux mandibules. J'ai cherché si, comme dans le cas décrit par moi, il y a deux ans, la tumeur encéphalique ne présentait pas de brides d'adhérences, mais je n'ai pu en constater l'existence.

Ce fait, très-remarquable à beaucoup d'égards, présente la coexistence de deux germes de monstruosités, la *célosomie* et l'*hyperencéphalie* : monstruosités dont Is. Geoffroy-Saint-Hilaire avait déjà signalé la fréquente coexistence, et dont, par conséquent, l'association sur un même sujet dans un monstre appartenant à l'espèce de la poule, n'est que la répétition de faits déjà signalés en tératologie humaine. J'ai déjà, dans mon travail précédent, fait ressortir tout ce qu'il y a de curieux dans ces coexistences. J'ajouterai seulement ici que ce nouvel hyperencéphale m'a présenté un défaut de symétrie de la face, et une absence de l'œil droit, tout à fait comparables à de semblables faits signalés par M. Belhomme dans un hyperencéphale humain dont il a donné la description.

N° 7. — Œuf mis en incubation le 12 février, ouvert le 26 février. Une moitié de la coquille de l'œuf avait été couverte d'huile parallèlement à son grand axe. L'embryon était déjà mort depuis quelques jours. Ectopie partielle du cœur tout à fait comparable à celles que j'ai décrites plus haut. Mais j'ai eu occasion, en observant cet embryon, de constater un fait très-remarquable et qui a une grande importance pour la théorie des monstruosités : c'est l'existence d'une bride d'adhérence entre la région ventriculaire du cœur, qui fait hernie au travers de l'ouverture ombilicale, et la partie du feuillet vasculaire qui revêt immédiatement le feuillet muqueux et le vitellus en de-

hors de l'embryon. C'est très-probablement cette bride qui avait retenu le ventricule du cœur en dehors du corps, et qui l'avait empêché de prendre sa place dans l'intérieur de la cavité thoraco-abdominale. Existait-il quelque chose de semblable dans tous les faits que j'ai décrits précédemment? Je n'avais jusque-là remarqué aucune adhérence de ce genre, mais je n'oserais point affirmer qu'il n'y en ait point existé, car il arrive bien souvent, dans les études de pure observation, de ne trouver que ce l'on cherche, et de laisser inaperçu ce que l'on ne cherche point. Il ne serait pas impossible d'ailleurs que de semblables adhérences puissent exister seulement pendant un certain temps, de manière à produire leur effet, qui est le déplacement de certains viscères, et à disparaître après que leur effet a été produit. Je ne puis évidemment qu'indiquer ces questions, peut-être un jour la multiplicité des observations me permettra-t-elle de les résoudre. Cet embryon m'a présenté de plus, comme le précédent, une hyperencéphalie complète, et tout à fait semblable à celle que je viens de décrire. La tumeur encéphalique ne présentait aucune bride d'adhérence. Les yeux manquaient complétement, et les orbites étaient représentés par de simples fentes Du reste, la région faciale était symétrique.

N° 8. — Œuf mis en incubation le 19 février, ouvert le 1er mars. Une moitié de la coquille parallèle au grand axe avait été couverte d'huile. L'embryon était mort; la tête s'était tournée sur le côté gauche le corps était resté couché à plat sur le vitellus. L'allantoïde m'a présenté une disposition fort remarquable, et que j'ai observée pour la première fois. Elle sortait, comme d'ordinaire, de l'ouverture ombilicale, dans la région droite de cette ouverture, et à gauche du pédicule intestinal et de la vésicule ombilicale. Mais au lieu de s'élever verticalement vers la coquille entre le feuillet séreux, l'amnios et le feuillet vasculaire, elle avait pénétré au-dessous de l'amnios, et était

venue chercher le feuillet séreux en contournant l'embryon et l'amnios par leur face inférieure. Elle était venue cependant s'arrêter, comme je l'ai presque toujours vu dans mes expériences, contre le pédicule amniotique, mais par le côté de ce pédicule opposé à celui où cette rencontre se fait dans les autres cas. Cette disposition de l'allantoïde ne s'est présentée jusqu'à présent que cette seule fois dans mes expériences. Elle constitue l'un des plus curieux résultats de mes recherches, et en même temps l'un des plus inattendus. On conçoit, du reste, que ces conditions nouvelles aient été un obstacle au développement de l'allantoïde, ainsi resserrée dans un très-petit espace. Il est très-probable que ce défaut de développement de l'allantoïde a été un obstacle à l'accomplissement de l'hématose, et que c'est lui qui a causé la mort. Le cœur était tout entier en dehors de la cavité abdominale et de l'ouverture ombilicale. J'ai constaté, comme dans le cas précédent, l'existence d'une très-petite bride qui s'étendait depuis l'intervalle qui sépare la région auriculaire et la région ventriculaire jusqu'au pédicule de la vésicule ombilicale. Je n'ai pas besoin d'insister sur la ressemblance que ce fait présente, relativement à cette bride, avec celui que j'ai précédemment décrit.

Telles sont les plus remarquables anomalies que j'ai rencontrées, et qui toutes, pour un motif ou pour un autre, présentent un assez grand intérêt; mais elles ne sont point les seules, et j'ai eu souvent occasion de constater dans mes expériences des faits qui s'éloignaient plus ou moins de l'état normal. Je les indiquerai ici en bloc, et sans entrer dans des détails qui n'auraient en réalité aucune sorte d'intérêt.

C'est ainsi que j'ai observé bien souvent une inégalité plus ou moins grande entre le volume des deux yeux. Cette inégalité pouvait aller jusqu'à l'atrophie complète. Du reste, cet arrêt de développement portait indifféremment sur l'un ou sur l'autre œil. L'atrophie d'un œil était souvent, mais non toujours, accompagnée de l'atrophie du lobe optique correspondant.

J'ai observé aussi à diverses reprises des torsions de la colonne vertébrale. J'en ai donné quelques exemples dans les observations précédemment rapportées. Ces torsions sont d'ailleurs de diverses natures. J'ai déjà parlé du changement de position que prend l'embryon par rapport au vitellus : quand ces changements ne se font qu'incomplètement, ou quand ils se font en sens inverse de la direction normale, il en résulte évidemment des torsions de l'axe du corps. De plus, la colonne vertébrale, lorsque le corps de l'embryon ne change point de position par rapport au vitellus, ou lorsque la tête seule exécute son changement de position, peut elle-même éprouver des incurvations latérales qui sont souvent très-prononcées. J'ai tout lieu de croire que ces torsions ou ces incurvations de la colonne vertébrale jouent un rôle assez important dans l'histoire des anomalies observées dans l'espèce humaine, et particulièrement celle des monstruosités célosomiques et acéphaliques, nous en offre un grand nombre d'exemples.

Malheureusement mes observations sur ce sujet ne sont encore ni assez nombreuses ni assez complètes pour que je puisse chercher à établir la place qu'occupent ces phénomènes particuliers dans l'histoire des anomalies.

J'ai constaté également, dans un cas, une atrophie complète du membre inférieur gauche. Dans ce cas, l'anomalie coexistait avec l'atrophie des yeux, qui étaient à peine indiqués par des points noirs.

Je pourrais encore indiquer ici des cas assez nombreux d'hydrocéphalie et de *spina bifida*. Mais je dois dire que mes observations à ce sujet sont encore trop incomplètes pour me permettre de les indiquer avec la rigueur et l'exactitude qui sont la condition de tout travail scientifique. Et la raison en est facile à concevoir : ces anomalies sont essentiellement constituées par des arrêts de développement; aussi est-il souvent fort difficile de les reconnaître sur l'embryon, et de déterminer dans bien des cas, d'une manière précise, la limite où finit l'état normal et où l'anomalie commence. C'est pourquoi j'ai cru devoir, dans ce

travail, complétement réserver tout ce qui se rapporte à ces deux ordres d'anomalies : mes travaux ultérieurs me permettront peut-être un jour de combler cette lacune de mes recherches actuelles.

Voilà l'ensemble des faits que j'ai pu recueillir dans une série d'expériences que j'ai commencées il y a onze ans, en 1851, et que j'ai poursuivies depuis cette époque en y employant tous les moments de loisir que j'ai pu me réserver parmi mes autres occupations.

Le temps considérable que j'ai dû consacrer à ces recherches s'explique d'ailleurs par la difficulté extrême du sujet, où je n'avais pour me guider que quelques indications fort incomplètes de Geoffroy-Saint-Hilaire, et où j'ai dû par conséquent employer un temps fort long à l'invention des procédés mêmes d'expérimentation.

Je puis de plus ajouter qu'aujourd'hui encore mes appareils sont loin de fonctionner avec toute la régularité désirable, et que ce n'est qu'à force d'activité et de surveillance que je parviens à en tirer un bon emploi.

Toutefois si, dans la partie expérimentale de mon travail, j'ai tout tiré de moi-même, je dois reconnaître que, dans la partie purement théorique, j'ai été guidé par les admirables travaux des deux Geoffroy-Saint-Hilaire sur la tératologie. Les recherches dont je donne aujourd'hui le résultat auraient été complétement impossibles pour moi, si la classification naturelle des anomalies établies par ces deux savants ne m'avait toujours permis de mettre immédiatement à sa place chacun des faits nouveaux qui se sont présentés dans mes expériences. C'est un fait que je me plairai toujours à reconnaître ; malheureusement, pourquoi faut-il que l'expression de ma reconnaissance ne puisse plus s'adresser aujourd'hui qu'à deux illustres mémoires !

RESOLUTION

de

QUELQUES CAS PARTICULIERS

DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES LINÉAIRES

Par M. A. DAVID.

Membre résidant.

SÉANCE DU 6 JUIN 1862.

Soit $\frac{d^m y}{dx^m} + A\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots\ldots + Ty = Ue^{\alpha x}$,

A, T, U sont des coefficients constants; pour trouver une intégrale particulière de cette équation, on sait qu'il faut poser $y = ke^{\alpha x}$. En substituant dans l'équation et posant

$$\alpha^m + A\alpha^{m-1} + \ldots\ldots + T = F(\alpha),$$

on a, pour déterminer k, l'équation $kF(\alpha) = U$.

Si le second membre était $ue^{\alpha x} + u_1 e^{\alpha_1 x}$, on aurait une intégrale particulière en posant $y = ke^{\alpha x} + k_1 e^{\alpha_1 x}$,

alors on aurait $k = \frac{u}{F(\alpha)}$, $k_1 = \frac{u_1}{F(\alpha_1)}$.

Supposons que $\alpha = p + q\sqrt{-1}$, $\alpha_1 = p - q\sqrt{-1}$,

$u = m + n\sqrt{-1}$, $u_1 = m - n\sqrt{-1}$,

$$ue^{\alpha x} + u_1 e^{\alpha_1 x} = m\left(e^{(p+q\sqrt{-1})x} + e^{(p-q\sqrt{-1})x}\right)$$

$$+ n\sqrt{-1}\left(e^{(p+q\sqrt{-1})x} - e^{(p-q\sqrt{-1})x}\right),$$

$$ue^{\alpha x} + u_1 e^{\alpha_1 x} = e^{px}(2m\cos qx - 2n\sin qx).$$

k et k_1 seront aussi deux imaginaires conjuguées si $k = R + S\sqrt{-1}$: on aura $k_1 = S - R\sqrt{-1}$ et la solution particulière sera :

$$y = e^{px}(2R\cos qx - 2S\sin qx).$$

Cette solution pourrait du reste se trouver directement en substituant la valeur de y dans l'équation proposée, e^p serait facteur commun dans tous les termes, les dérivées de y contiendraient seulement $\cos qx$ et $\sin qx$ et on arriverait à une équation de la forme :

$$(\gamma R + \beta S)\cos qx + (\gamma' R + \beta' S)\sin qx = 2m\cos qx - 2n\sin qx,$$

égalant séparément les coefficients de $\cos qx$ et de $\sin qx$:

$$\gamma R + \beta S = 2m,\ \gamma' R + \beta' S = 2n.$$

On aurait ainsi deux équations du premier degré pour déterminer R et S. Si leurs quatre coefficients ne sont pas nuls en même temps, les valeurs de R et de S ne seront ni infinies ni indéterminées ; car en remontant aux exponentielles, k et k_1 ne sont pas infinis puisque $F(\alpha)$ et $F(\alpha_1)$ ne sont pas nuls.

La méthode est en défaut dans le premier cas quand $F(\alpha)=o$ et dans le second quand les quatre coefficients de R et S sont nuls.

Proposons-nous de trouver l'intégrale particulière dans ces deux cas.

1° Le second membre de l'équation étant $u\,e^{\alpha_1 x}$, supposons pour plus de généralité que $F(\alpha)$ soit divisible par $(\alpha-\alpha_1)^p$; remplaçons dans le premier membre y par $e^{\alpha x}$ et on aura l'identité :

$$\frac{d^m e^{\alpha x}}{dx^m}+A\frac{d^{m-1}e^{\alpha x}}{dx^{m-1}}+\ldots+T\,e^{\alpha x}=e^{\alpha x}F(\alpha).$$

Différentions p fois de suite par rapport à α, en regardant x comme constant : comme on peut intervertir l'ordre des différentiations, on aura :

$$\frac{d^m(x^p e^{\alpha x})}{dx^m}+A\frac{d^{m-1}(x^p e^{\alpha x})}{dx^{m-1}}+\ldots+T\,x^p e^{\alpha x}=x^p e^{\alpha x}$$

$$F(\alpha)+p\,x^{p-1}e^{\alpha x}F'(\alpha)+\frac{p(p-1)}{2}x^{p-2}e^{\alpha x}F''(\alpha)+\ldots\ldots$$

$$+e^{\alpha x}F^p(\alpha).$$

Si on remplace α par α_1, tous les termes du second membre s'annuleront à l'exception du dernier, puisque par hypothèse $F(\alpha)$ est divisible par $(\alpha-\alpha_1)^p$ sans l'être par une puissance supérieure.

$x^p e^{\alpha_1 x}$ rend donc le premier membre égal à $e^{\alpha_1 x} F^p(\alpha_1)$,

$\dfrac{u x^p e^{\alpha_1 x}}{F^p(\alpha_1)}$ rendra le premier membre égal à $u e^{\alpha_1 x}$,

donc $y = \dfrac{u x^p e^{\alpha_1 x}}{F^p(\alpha_1)}$ sera l'intégrale particulière demandée.

En l'ajoutant à l'intégrale de l'équation sans second membre qui est :

$$e^{\alpha_1 x}(c + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots + c_{p-1} x^{p-1}) + c' e^{\alpha_2 x} + \ldots.$$

on aura l'intégrale générale de l'équation proposée.

2° Dans le cas où le second membre est

$$e^{px}(2m \cos qx - 2n \sin qx),$$

supposons que $y = e^{px}(2\,\mathrm{R} \cos qx - 2\,\mathrm{S} \sin qx)$ annule le premier membre quels que soient R et S.

$$\text{Posons } \cos qx = \frac{e^{qx\sqrt{-1}} + e^{-qx\sqrt{-1}}}{2},$$

$$\sin qx = \frac{e^{qx\sqrt{-1}} - e^{-qx\sqrt{-1}}}{2\sqrt{-1}}.$$

Le second membre devient :

$$(m + n\sqrt{-1})\, e^{px + qx\sqrt{-1}}$$

$$+ (m - n\sqrt{-1})\, e^{px - qx\sqrt{-1}};$$

la valeur que l'on a prise pour y, devient elle-même :

$$y = (R + S\sqrt{-1})\, e^{px + qx\sqrt{-1}}$$

$$+ (R - S\sqrt{-1})\, e^{px - qx\sqrt{-1}},$$

puisque, par hypothèse, elle annule le premier membre quels que soient R et S, $p + q\sqrt{-1}$ et $p - q\sqrt{-1}$ sont des racines de $F(\alpha) = o$. Admettons, pour plus de généralité, que le degré de multiplicité de ces racines soit n, on sait qu'il est le même pour l'une et pour l'autre, alors on rentre dans le cas précédent.

L'intégrale particulière sera

$$y = x^n \left(\frac{m + n\sqrt{-1}}{F^n(p + q\sqrt{-1})}\, e^{px + qx\sqrt{-1}} + \frac{m - n\sqrt{-1}}{F^n(p - q\sqrt{-1})}\, e^{px - qx\sqrt{-1}} \right)$$

En posant $R + S\sqrt{-1} = \dfrac{m + n\sqrt{-1}}{F^{n}(p + q\sqrt{-1})}$ et égalant séparément les parties réelles et les parties imaginaires, on aura R et S et l'intégrale particulière pourra être mise sous la forme :

$$y = x^{n} e^{px} (2R \cos qx - 2S \sin qx).$$

En l'ajoutant à l'intégrale de l'équation sans second membre, on aura l'intégrale générale.

Soit pour premier exemple, l'équation :

$$\frac{d^3 y}{dx^3} - 3\frac{d^2 y}{dx^2} + 3\frac{dy}{dx} - y = u e^{x}.$$

L'équation $\alpha^3 - 3\alpha^2 + 3\alpha - 1 = o$ ayant ses trois racines égales à 1, on aura $k = \dfrac{u}{F''(1)} = \dfrac{u}{6}$.

L'intégrale particulière sera $\dfrac{u x^3 e^x}{6}$ et l'intégrale générale sera : $y = e^x \left(c + c_1 x + c_2 x^2 + \dfrac{u x^3}{6}\right)$.

Soit pour deuxième exemple, l'équation :

$$\frac{d^4 y}{dx^4} - 4\frac{d^3 y}{dx^3} + 8\frac{d^2 y}{dx^2} - 8\frac{dy}{dx} + 4y =$$

$$e^x (2m \cos x - 2n \sin x).$$

En posant $y = e^x (2R \cos x - 2S \sin x)$, et substituant ; on reconnaîtrait que le premier membre est annulé quels que soient R et S.

On met le second membre sous la forme :

$$(m + n\sqrt{-1})\, e^{x + x\sqrt{-1}}$$

$$+ (m - n\sqrt{-1})\, e^{x - x\sqrt{-1}}.$$

Or, $1 + \sqrt{-1}$ est racine double de l'équation $F(\alpha) = 0$

$$F(\alpha) = \alpha^4 - 4\alpha^3 + 8\alpha^2 - 8\alpha + 4 = 0.$$

$$F'(\alpha) = 4\alpha^3 - 12\alpha^2 + 16\alpha - 8.$$

$$F''(\alpha) = 12\alpha^2 - 24\alpha + 16.$$

$$F''(1 + \sqrt{-1}) = -8.$$

On a donc $R + S\sqrt{-1} = \dfrac{m + n\sqrt{-1}}{-8}$.

d'où l'on tire $R = -\dfrac{m}{8}$, $S = -\dfrac{n}{8}$.

On aura donc pour l'intégrale particulière :

$$-\frac{x^2}{8}\, e^x\, (2m \cos x - 2n \sin x).$$

et l'intégrale générale sera :

$$y = e^{x}\left[c_1 \cos x + c_2 \sin x\right] + x e^{x}\left[c_3 \cos x + c_4 \sin x\right]$$

$$- \frac{x^2 e^{x}}{8}\left[2m \cos x - 2n \sin x\right]$$

$$= e^{x}\left[\left(c_1 + c_3 x - \frac{m x^2}{4}\right) \cos x + \left(c_2 + c_4 x + \frac{n x^2}{4}\right) \sin x\right]$$

3° Considérons maintenant des équations linéaires à coefficients variables qui peuvent s'intégrer.

Soit l'équation :

$$(ax+b)^{m} \frac{d^{m} y}{dx^{m}} + A(ax+b)^{m-1} \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + Ty = U(ax+b)^{x}$$

Posons $y = k(ax+b)^{\alpha}$ et substituons, on aura :

$$k(ax+b)^{\alpha}\Big[\alpha(\alpha-1)\ldots(\alpha-m+1)a^{m} + A\alpha(\alpha-1)$$

$$\ldots(\alpha-m+2)a^{m-1} + \ldots + T\Big] = U(ax+b)^{\alpha}.$$

Désignons par $F(\alpha)$ le polynôme entre parenthèses, on aura : $k = \dfrac{U}{F(\alpha)}$

La méthode est en défaut, si $F(\alpha) = o$; cherchons l'intégrale particulière dans ce cas-là.

Admettons pour plus de généralité que $F(\alpha)$ soit divisible par $(\alpha - \alpha_1)^{p}$ et que le second membre soit $U(ax+b)^{\alpha_1}$.

Si on substitue dans le premier membre $(ax+b)^{\alpha}$ à la place de y, on aura identiquement, quel que soit α,

$$(ax+b)^{m}\frac{d^{m}(ax+b)^{\alpha}}{dx^{m}}+A(ax+b)^{m-1}\frac{d^{m-1}(ax+b)^{\alpha}}{dx^{m-1}}$$

$$+\ldots\ldots+T(ax+b)^{\alpha}=(ax+b)^{\alpha}F(\alpha).$$

Différentions p fois de suite par rapport à α, en considérant x comme constant, on aura :

$$(ax+b)^{m}\frac{d^{m}(ax+b)^{\alpha}\log^{p}(ax+b)}{dx^{m}}$$

$$A(ax+b)^{m-1}\frac{d^{m-1}(ax+b)^{\alpha}\log^{p}(ax+b)}{dx^{m-1}}+\ldots+T(ax+b)^{\alpha}\log^{p}(ax+b)=$$

$$(ax+b)^{\alpha}\log^{p}(ax+b)F(\alpha)+p(ax+b)^{\alpha}\log^{p-1}(ax+b).F'(\alpha)$$

$$+\ldots\ldots+(ax+b)^{\alpha}F^{p}(\alpha)$$

par conséquent $(ax+b)^{\alpha_1}\log^{p}(ax+b)$ substitué dans le premier membre donne pour résultat $(ax+b)^{\alpha_1}F^{p}(\alpha)$ puisqu'on a par hypothèse $F(\alpha_1)=o$ $F'(\alpha_1)=o\ldots\ldots F^{p-1}(\alpha_1)=o$.

$\frac{U}{F^{p}(\alpha_1)}(ax+b)^{\alpha_1}\log^{p}(ax+b)$ substitué dans le premier membre à la place de y donnera par conséquent $U(ax+b)^{\alpha_1}$.

Donc $y=\frac{U}{F^{p}(\alpha_1)}(ax+b)^{\alpha_1}\log^{p}(ax+b)$ sera l'intégrale particulière demandée.

4° Supposons que le second membre soit :

$$(m+n\sqrt{-1})(ax+b)^{p+q\sqrt{-1}}$$

$$+(m-n\sqrt{-1})(ax+b)^{p-q\sqrt{-1}}$$

et que $p+q\sqrt{-1}$ et $p-q\sqrt{-1}$ soient deux racines de $F(\alpha)=o$.

Admettons, pour plus de généralité, que $F(\alpha)$ soit divisible par $(\alpha-p-q\sqrt{-1})^{n}$, il le sera aussi par $(\alpha-p+q\sqrt{-1})^{n}$.

On aura une intégrale particulière en posant :

$$y=\frac{(m+n\sqrt{-1})(ax+b)^{p+q\sqrt{-1}}\,l^{n}(ax+b)}{F^{n}(p+q\sqrt{-1})}$$

$$+\frac{(m-n\sqrt{-1})(ax+b)^{p-q\sqrt{-1}}\,l^{n}(ax+b)}{F^{n}(p-q\sqrt{-1})}$$

Or, si on pose $R + S\sqrt{-1} = \dfrac{m + n\sqrt{-1}}{F^n(p + q\sqrt{-1})}$,

on aura $R - S\sqrt{-1} = \dfrac{m - n\sqrt{-1}}{F^n(p - q\sqrt{-1})}$

Dans le second membre de l'équation, on peut faire disparaître les imaginaires en remplaçant

$(ax + b)^{p + q\sqrt{-1}}$ par $e^{(p + q\sqrt{-1})\log(ax + b)}$

Par un calcul analogue à celui que nous avons fait précédemment, on aura :

$$(m + n\sqrt{-1})\, e^{(p + q\sqrt{-1})\log(ax + b)}$$

$$+ (m - n\sqrt{-1})\, e^{(p - q\sqrt{-1})\log(ax + b)}$$

$$= e^{p\,l(ax + b)}\left[2m\cos\left(q\,l(ax + b)\right) - 2n\sin\left(q\,l(ax + b)\right)\right]$$

$$= (ax + b)^p\left[2m\cos\left(q\,l(ax + b)\right) - 2n\sin\left(q\,l(ax + b)\right)\right]$$

et la solution particulière sera :

$$y = \log^n(ax + b)(ax + b)^p\Big[2R\cos\left(q\log(ax + b)\right)$$

$$- 2S\sin\left(q\,l(ax + b)\right)\Big]$$

R et S sont donnés par la formule

$$R + S\sqrt{-1} = \frac{m + n\sqrt{-1}}{F^n(p + q\sqrt{-1})}.$$

Soit pour premier exemple, à résoudre l'équation

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - x\frac{dy}{dx} + y = x.$$

Si l'on pose $y = kx$, $\frac{dy}{dx} = k$, $\frac{d^2 y}{dx^2} = 0$

on voit que le premier membre est annulé quel que soit k.

Pour avoir l'équation $F(\alpha) = 0$, remplaçons dans le premier membre y par x^α ; alors $\frac{dy}{dx} = \alpha x^{\alpha-1}$, $\frac{d^2 y}{dx^2} = \alpha(\alpha - 1)x^{\alpha-2}$

Alors $F(\alpha) = (\alpha)(\alpha - 1) - \alpha + 1 = \alpha^2 - 2\alpha + 1 = 0$.

1 est racine double de cette équation.

L'intégrale particulière sera donc $\frac{x \log^2 x}{2}$.

En l'ajoutant à l'intégrale de l'équation sans second membre, on aura pour l'intégrale générale :

$$y = cx + c_1 x \log x + x\frac{\log^2 x}{2}.$$

Soit pour second exemple, l'équation :

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - x\frac{dy}{dx} + 2y = x[2m\cos(lx) - 2n\sin(lx)]$$

On peut mettre le second membre sous la forme.

$$e^{\log x}\Big[me^{(\log x)\sqrt{-1}}+me^{-(\log x)\sqrt{-1}}$$

$$+n\sqrt{-1}\,e^{(\log x)\sqrt{-1}}-n\sqrt{-1}\,e^{-(\log x)\sqrt{-1}}\Big]$$

$$=(m+n\sqrt{-1})e^{\log(x)(1+\sqrt{-1})}+(m-n\sqrt{-1})e^{\log(x)(1-\sqrt{-1})}$$

$$-(m+n\sqrt{-1})\,x^{(1+\sqrt{-1})}+(m-n\sqrt{-1})\,x^{(1-\sqrt{-1})}$$

Or, si on remplace y par x^{α} dans le premier membre, on a $F(\alpha)=\alpha^2-2\alpha+2$, qui donne $\alpha=1\pm\sqrt{-1}$,

par conséquent l'intégrale particulière sera :

$$y=x\log x\,[2\,R\cos(\log x)-2\,S\sin(\log x)],$$

$$F'\alpha=2\alpha-2,\ F'(1+\sqrt{-1})=2\sqrt{-1}.$$

Alors $R+S\sqrt{-1}=\dfrac{m+n\sqrt{-1}}{2\sqrt{-1}}=\dfrac{n}{2}-\dfrac{m}{2}\sqrt{-1}$

Donc $R=\dfrac{n}{2}$, $S=\dfrac{-m}{2}$ et on aura :

$$y=x\log x\,[n\cos(\log x)+m\sin(\log x)].$$

En lui ajoutant l'intégrale de l'équation sans second membre qui est $x\,[c_1\cos(\log x)+c_2\sin(\log x)]$,

on aura pour l'intégrale générale :

$$y = x\,(c_1 + n \log x) \cos(\log x) + (c_2 + m \log x) \sin(\log x)].$$

Les deux premiers cas que nous avons examinés se trouvent résolus dans les traités de calcul différentiel, au moyen d'artifices de calcul et seulement sur des exemples particuliers. La méthode que nous venons d'exposer, mérite d'être remarquée tant à cause de sa généralité, qu'à cause de son analogie avec une des démonstrations que l'on fait dans la résolution des équations linéaires sans second membre, pour le cas des racines égales.

DISTILLATION

DES TÉRÉBENTHINES ET DES RÉSINES

Par M. Henry VIOLETTE,

Membre résidant.

SÉANCE DU 4 JUILLET 1862.

On donne le nom de térébenthine au suc résineux qui découle naturellement, ou au moyen d'incisions, du tronc de plusieurs espèces d'arbres de la famille des Conifères. On connaît dans le commerce les térébenthines de Chio, de Venise, de Suisse, de Strasbourg, de Bordeaux, de Bayonne, d'Amérique, etc, etc. Sans parler de ces substances, qui n'ont qu'un intérêt secondaire, je ne m'occuperai que de la térébenthine commune, qu'on extrait abondamment du *pinus silvestris* dans la Dordogne, et du *pinus maritima*, dont les forêts s'étendent dans les landes comprises entre Bayonne et Bordeaux. J'ajouterai que l'Amérique septentrionale livre également de grandes quantités de térébenthine de Boston, qui découle des *pinus australis* et *strobus*.

La térébenthine est une substance blanchâtre, opaque, pâteuse, assez semblable au miel ; elle se compose d'une huile volatile ou essence, tenant en dissolution une résine ; la séparation de ces

deux substances par distillation, est l'objet important de l'industrie résineuse. Le *galipot* est la térébenthine concrétée sur les lèvres de l'incision faite à l'arbre : la *colophane*, l'*arcanson*, le *brai sec*, la *résine* sont les substances qui restent dans l'alambic après le départ de l'essence. Je ne m'occuperai point ici des nombreux dérivés du pin ou de la térébenthine, tels que *goudron*, *brai gras*, *poix noire*, *poix jaune*, etc.

Les usages des produits résineux sont très nombreux. L'essence est employée en très grande quantité dans les peintures, la confection des vernis et industries diverses : la résine sert à l'éclairage, à la confection des cires, vernis, mastics, enduits hydrofuges; la fabrication des savons résineux en consomme une énorme quantité, qui s'accroît tous les jours. Le brai entre dans la confection des goudrons, et enduits bitumineux et sert à la marine.

Je ne parlerai ici que des térébenthines, qu'on soumet à la distillation, pour en retenir l'essence, et qui dans le pays de production prennent le nom de *gemme*.

C'est en vain que j'ai cherché dans les statistiques l'importance de la production des térébenthines en France. Quatre départements surtout, les Landes, les Basses-Pyrénées, la Gironde, la Charente et la Provence entre Marseille et Toulon produisent le pin maritime, dans le but d'en extraire la gemme.

Or, d'après les renseignements que j'ai pu me procurer, les deux premiers produisent au moins 300,000 barriques de gemme et les autres 100,000 environ, en somme 400,000 barriques de gemme. Mais dans d'autres départements, on a également commencé cette culture lucrative, de sorte que c'est peu s'éloigner de la vérité, que de porter la production annuelle de térébenthine en France à 450,000 barriques de 350 kil. l'une, représentant environ 150 millions de kilog., ou 150,000 tonnes de gemme. Cette matière première, au prix moyen de 60 fr., la barrique, ou 17 fr. les 100 kilog., représente une valeur de 27 millions de francs.

Cette industrie va grandissant chaque jour, car indépendamment des plantations que font les particuliers dans les nombreuses localités où le pin maritime peut prospérer, il existe sur les bords de l'Océan et de la Méditerranée de vastes landes, dont le gouvernement encourage la plantation. C'est ainsi qu'on consacre chaque année une somme de 100,000 fr. aux plantations des dunes des départements des Landes, dont la superficie totale est d'environ 35,000 hectares. On compte qu'un hectare de terre qui contient 160 à 200 pins, peut rendre une barrique et demie, ou 520 kilog. de gemme, et 160 à 200 kilog. de barras ou galipot.

L'Amérique du Nord produit aussi des quantités considérables de térébenthine, et alimente presque tous les marchés étrangers des produits résineux. Elle importe en Angleterre, concurremment avec la France, non-seulement la térébenthine brute, mais encore l'essence de térébenthine.

L'Angleterre ne produit pas de térébenthine.

Dans les Landes on donne le nom de *gemme* à la térébenthine brute qui découle de l'arbre; le gemmier est l'ouvrier qui pratique et entretient les incisions, et recueille le suc qui en découle; la gemme est mise dans des barriques, contenant 320 litres ou 350 kilog., qui sont successivement transportées dans les distilleries : on compte environ 100 distilleries. Un atelier de ce genre est des plus simples : des hangars abritant les marchandises et les ustensiles; ces derniers se composent de quelques chaudières établies sur foyers et d'un alambic en cuivre, de forme ordinaire, avec condensateur en forme de serpentin. Voici comment s'opère la distillation.

La première opération est la FILTRATION de la gemme, ayant pour but de la purger des substances étrangères, terre, sable et débris ligneux, qui la souillent. A cet effet à l'aide d'un feu modéré, on détermine la fusion de la gemme dans une petite chaudière en cuivre et après un temps suffisant, qui permet à la

terre de se déposer, on verse avec un poëlon la matière liquide sur un lit de paille étendu sur une échelle horizontalement placée. C'est là une opération bien grossière, dans laquelle on perd à la fois de l'essence par évaporation, et de la térébenthine, qui par refroidissement reste adhérente au filtre, à tel point que l'ouvrier est quelquefois obligé de percer ce dernier avec un bâton, afin de lui rendre une sorte de perméabilité. Dans toutes les opérations relatives à la distillation, on emploie pour combustible des bûches de pin, dont le stère vaut 2 fr. sur le lieu de l'exploitation. On ne filtre qu'une barrique à la fois : la matière qui découle du filtre est reçue dans un auget en bois qu'on roule rapidement près de l'alambic, pour procéder à la DISTILLATION.

L'alambic est en cuivre ; il se compose de la chaudière et de son chapiteau; la chaudière, de forme cylindrique, a 1 mètre de diamètre et 1^m 30 de hauteur environ ; sa contenance totale doit être de 8 à 10 hectolitres : le chapiteau a 0^m 40 de hauteur et son bec, de 0^m 33 de diamètre, se raccorde avec un serpentin en cuivre, servant de réfrigérant et qui à cet effet plonge dans un grand récipient en bois plein d'eau froide et renouvelée sans cesse : le serpentin compte 10 à 12 spires, enroulées sur un cercle de 1^m 50; le diamètre des spires va en diminuant, jusqu'à n'avoir plus que 5 centimètres de diamètre à sa sortie. Un petit entonnoir muni d'un robinet et contenant quelques litres d'eau tiéde est adapté au chapiteau. Un tuyau de vidange, fermé par un tampon de bois est fixé latéralement au-dessus du fond de la chaudière; il sert à l'écoulement du brai ou résine. L'alambic, logé dans un massif en maçonnerie, surmonte un large foyer, qu'on alimente avec des bûches de bois de pin.

On ne distille à la fois que 320 litres de gemme, contenance d'une barrique. Je vais décrire une distillation : Je suppose que la distillation précédente soit terminée et qu'on ait vidé la chau-

dière. A ce moment, le fond de celle-ci conserve une haute température, qui peut s'élever jusqu'au rouge sombre. A l'aide d'une poulie on enlève le chapiteau, on roule le charriot chargé de gemme filtrée, sur le bord de la chaudière, et par un robinet on laisse couler la matière. Aussitôt, au contact du fond chauffé de la chaudière, l'essence se volatilise sous forme d'une vapeur blanche et épaisse, qui sort en abondance et se perd dans l'air; c'est là un moment dangereux, car l'inflammation de ces vapeurs a causé de si fréquents incendies, qu'aucune compagnie n'a consenti à assurer un seul des nombreux ateliers de distillation La gemme écoulée, on se hâte de replacer le chapiteau et on chauffe modérément. Après un quart d'heure d'attente, l'essence mélangée de 2/3 ou 3/4 d'eau en volume, coule par l'extrémité du serpentin, et continue ainsi pendant une demi-heure, mais en diminuant toujours, jusqu'à cesser complètement. A ce moment, c'est-à-dire trois quarts d'heure après le commencement de l'opération, on a retiré 12 % d'essence; on donne alors un violent coup de feu, puis on ouvre le robinet de l'entonnoir et on laisse tomber dans la matière un mince filet d'eau; on voit aussitôt reparaître l'essence, qui coule pure et abondante: maintient l'injection d'eau pendant un quart d'heure et cette durée suffit au départ du reste de l'essence. Pendant l'injectio de l'eau, on entend un grand bruissement, et si l'eau vient à manquer on entend de grandes détonations éclater dans l'intérieur de l'alambic. La distillation étant terminée, on ouvre la bonde du tuyau de vidange et le brai sec s'écoule dans une auge en bois non mouillée et enterrée au niveau du sol; de là, à l'aide d'une bassine, on le verse dans une rigole en sable mouillée, qui le conduit dans les cavités pratiquées dans le sable humide, où il se moule et se solidifie en vingt-quatre heures sous forme de pains de 0^m 30 d'épaisseur et pesant 80 à 100 kilog. Le brai étant écoulé, on procède de suite à une nouvelle distillation.

Une barrique de gemme, pesant net 350 kilog. rend ordinairement :

Essence de térébenthine 55 à 65 kilog., ou 15,71 à 18,67 %.

Brai sec 200 à 220 kilog., ou 57,14 à 62,85 %.

On pourrait retirer 20 à 21 % d'essence et 70 % de brai, mais les vices de la fabrication actuelle déterminent une perte notable, qu'une fabrication plus rationnelle devra éviter.

On donne dans le commerce le nom de *résine jaune* au brai sec transformé par addition d'eau, comme je vais le dire : A la sortie de l'alambic, le brai, dans lequel on a conservé quelque peu d'essence, est filtré sur de la paille de seigle ou sur un tamis en fil métallique, d'où il tombe et se réunit dans une grande auge en bois, on le laisse refroidir pendant quelques minutes, puis on y mélange de l'eau bouillante, à la dose de 10 à 12 litres pour 280 kilog. de brai sec. L'eau bouillante, en contact avec un liquide dont la température est supérieure à 100°, produit dans la masse une ébullition, qui fait gonfler la matière remplie de petites bulles semblables à de la mousse de café ; cette effervescence dure environ une demi-heure. Deux hommes la raniment à quatre ou cinq reprises, en brassant la matière avec un bâton, pendant une ou deux minutes ; bientôt la matière retourne à son volume primitif, et devient pâteuse, jaune et opaque. Par cette manipulation, le brai sec a perdu sa transparence et a quitté la couleur brune pour prendre la couleur jaune. La matière encore chaude et liquide est coulée dans des moules de sable humide, où elle se solidifie en pains qui pèsent 50 à 75 kilog. On ne fait la résine jaune qu'avec le brai de première qualité, produit de la gemme la plus pure, et on réserve le brai moins pur pour les besoins de la marine.

Nous avons déjà signalé les vices de la *filtration* faite à feu nu et à ciel ouvert. On voit les vapeurs d'essence suspendues à la surface du bain résineux, se perdre dans l'air, et le filtre tient bien 10 kilog. de térébenthine sur 320 kilog.

Quant à la *distillation* les inconvénients sont nombreux : 1° La gemme introduite, par le déplacement du chapiteau, dans l'alambic, et tombant sur le fond brûlant de la chaudière, laisse échapper une quantité souvent considérable d'essence, qui s'échappe en nuage épais pendant que l'alambic achève de se remplir. — 2° La distillation à feu nu nuit à la beauté du brai sec; celui-ci se noircit ou commence à se carboniser à la température de 250°, or le feu violent, qui fond quelquefois des fonds de chaudières ayant 2 ou 3 centimètres d'épaisseur, doit élever la température jusqu'au rouge, 500 ou 600°, et détermine une carbonisation, qui colore fortement le brai en brun noirâtre et lui enlève la transparence qui en fait le prix. L'essence aussi se colère en jaune, et nuit à la qualité des vernis blancs et transparents. — 3° Le rendement en essence et brai est de plus amoindri par une véritable carbonisation; aussi retire-t-on 15 à 18 °/₀ d'essence, au lieu de 20 à 22 °/₀ qui existent naturellement. Cette considération est grave, en considération du prix élevé de l'essence, qui vaut aujourd'hui 150 fr. les 100 kilog. — 4° La prompte usure des chaudières détermine une perte notable, par les réparations continuelles qui deviennent nécessaires. Les ustensiles en cuivre représentent une valeur de 4 à 5,000 fr., dont l'intérêt peut-être facilement compté à 15 ou 20 °/₀. — 5° L'exiguité des appareils ne permet pas d'opérer sur des quantités de térébenthine suffisamment grandes, pour amoindrir les frais généraux et les frais de fabrication. En Angleterre, les alambics contiennent 3,000 litres de térébenthine au lieu des 300 litres sur lesquels on opère en France; aussi les frais du combustible employé à la filtration et à la distillation y sont-ils bien moindres. — 6° La rupture d'une chaudière, ou mieux la perforation, ainsi que cette vicieuse manœuvre de verser la gemme sur le fond brûlant de l'alambic, occasionnent des incendies si fréquents, qu'aucune compagnie d'assurance n'a encore consenti à assurer un seul des établissements de distillation qui existent

entre Bayonne et Bordeaux. Cette cause seule a peut-être empêché jusqu'ici l'accroissement des usines, et les a-t-elle resserrées dans des limites de fabrication et d'établissements étroites, qui supportent difficilement le poids des frais généraux. Il faut à l'industrie des allures franches et larges, et le succès semble plus assuré à l'usine qui distillera 100 barriques de gemme par jour, qu'à celle qui n'en distillera que 20, comme aujourd'hui.

C'est dans la pensée d'obvier à tous ces inconvénients et dans l'espoir de doter l'industrie résineuse de procédés plus parfaits, plus énergiques, plus conformes à la pratique des grands ateliers, que j'ai depuis plus de dix ans entrepris une série de travaux, que je vais exposer, et qui me paraissent avoir atteint le but désiré.

L'agent d'extraction le plus simple et le plus actif était la vapeur d'eau, déjà essayée, mais dont le mode d'emploi, dans les conditions les plus économiques était encore à trouver. On sait en effet que la vapeur d'eau, qui traverse une masse d'essence de térébenthine, entraîne cette substance avec elle. Le même effet se produit dans le mélange d'essence avec une matière résineuse. Cette action est assez remarquable de la part de la vapeur à 100°, qui entraîne l'essence, dont l'ébullition n'a lieu qu'à 160° : est-elle due à une cause chimique ou mécanique?

La vapeur d'eau dissout-elle la vapeur d'essence en proportion déterminée, à l'instar d'une sorte de combinaison, ou bien n'est-ce qu'un simple mélange en proportion quelconque? Pour éclaircir ce fait, j'ai fait passer en filets déliés et très-divisés, à travers de l'essence de térébenthine pure, de la vapeur d'eau surchauffée, soit à 100°, soit à 200°, soit à 300°; j'ai fait également varier la hauteur de l'essence sur le fond percé, jusqu'à l'élever à près de 3 mètres, et j'ai constaté, qu'indépendamment de ces variations relatives à la température de la vapeur, à la quantité d'essence, et à la hauteur du liquide, 100 parties de

vapeur d'eau en volume entraînaient 150 parties d'essence, sans pouvoir se charger d'une quantité plus grande. Ce fait est remarquable par la constance et la régularité de la proportion relative d'essence et d'eau, ce qui semble donner un caractère de combinaison momentanée au mélange d'essence et de vapeur d'eau ; ce fait est encore précieux, parce qu'il indique le maximum d'essence, dont la vapeur d'eau peut se charger, et par conséquent fait connaître cette condition économique dans la pratique, savoir qu'il ne faut condenser la vapeur que lorsqu'elle contient une fois et demie son volume d'essence. La vapeur, soit ordinaire, c'est-à-dire à la température de 100°, soit surchauffée à 150° ou 200°, soit même à la pression de 4 ou 5 atmosphères correspondante à 150°, est donc un agent précieux. lorsqu'elle traverse une masse de gemme en fusion; elle la dépouille complètement des 18 à 22 °/₀ d'essence naturellement contenues, suivant la provenance de celle-ci et donne à celle-là une pureté, une limpidité fort recherchées dans certaines industries. Quant à la résine elle est également pure et inaltérée.

L'essence du commerce est ordinairement coloré en jaune, d'une part parce qu'elle retient en solution une petite quantité de résine colorée, et d'autre part parce que la haute température, produite pendant la distillation par le chauffage à feu nu, détermine un commencement de carbonisation qui colore les produits; aussi le brai sec, qui naturellement a une couleur jaune citrine, analogue à celle du beau sucre d'orge, est-il souvent noirâtre et peu translucide. Or, avec la vapeur l'essence est limpide comme l'eau la plus pure, et donne le rendement le plus élevé. Quant à la résine jaune, elle a une couleur blanchâtre, analogue à celle de la cire ou du miel décoloré. Si l'on prive cette résine jaune de l'eau interposée, soit par une évaporation ménagée à feu nu, soit mieux en traversant la masse par un courant divisé de vapeur surchauffée à 200°, on obtient du brai sec, clair, transparent, très-peu coloré, et semblable à la belle colophane.

Passons maintenant à la description des nouveaux appareils.

Procédé mixte de distillation. — Dans le procédé que nous allons exposer, la fusion de la gemme se fait à feu nu, la filtration est opérée sur la paille, et la distillation seule se fait à la vapeur · c'est ainsi qu'il a été pratiqué, et suivant les dimensions qui seront relatées.

Dans une grande chaudière en cuivre de forme ordinaire, et de 60 hectolitres de capacité, montée sur foyer en maçonnerie, on verse peu à peu, au fur et à mesure de la fusion, 20 barriques de gemme, soit 20 × 250 kilog. = 5,000 kilog. Le feu doit être très-modéré, de manière à éviter l'ébullition, qui entraînerait la perte d'essence et même le soulèvement de la matière par spumescence. La porte du foyer doit être extérieure, de manière à éviter toute chance d'incendie. La matière étant bien fondue, est abandonnée au repos pendant une heure, dans la chaudière couverte d'une toile, pour éviter le refroidissement; le sable se dépose, ainsi que les impuretés lourdes, tandis que les autres surnagent; la chaudière est ensuite décantée, sur le filtre en paille, disposé à la manière ordinaire. Cette décantation est opérée, soit avec des cuillères ou *poches*, soit par un robinet placé au bas de la chaudière, soit beaucoup mieux par une pompe en cuivre, plongeant dans la matière.

Il ne faut pas se dissimuler que cette filtration ainsi faite, est une opération vicieuse, par les pertes, les embarras, les obstructions, les lenteurs qu'elle occasionne, et c'est pour l'éviter que nous avons, après tant d'essais et de recherches, créé le procédé à vapeur que nous décrirons plus loin. Il reste à distiller la matière filtrée, et c'est là que commence à intervenir la vapeur.

L'appareil distillatoire ou l'alambic, *Fig.* 1, *pl.* I, est un cylindre en cuivre (*a*), de 4 mètres de hauteur sur 1^{m} 40 de diamètre; il a 6 mètres cubes de capacité, et contient 20 barriques de gemme, qui, filtrées, représentent 4,000 kilog. environ;

il est enveloppé d'une cuve en bois (*b*), laissant un vide de 0^m 10 rempli par des cendres, sable ou scorie, conduisant mal la chaleur. Il est muni d'un trou d'homme (*c*), par lequel on introduit la matière filtrée, d'un trou de vidange (*d*), par lequel s'écoule la matière distillée ou le brai ou résine, et d'un tuyau (*e*) de 0_m 40 de diamètre, communiquant avec un réfrigérant, et donnant issue aux vapeurs de la distillation. La vapeur surchauffée, comme nous allons le dire, entre par le tube (*f*), pénètre dans une boîte en fonte (*g*), et se divise en 8 tubes en cuivre (*h*), dits tubes injecteurs, qui pénètrent dans le récipient (*a*), et y plongent, en se terminant par des pommes d'arrosoir. La matière filtrée étant introduite dans l'alambic, qu'elle remplit aux deux tiers seulement, on ferme avec soin le trou d'homme et l'on introduit doucement la vapeur, dont la pression ne dépasse guère une atmosphère et demie. Le trou de vidange a été fermé par un simple tampon de bois, retenu solidement par une corde enroulée. La vapeur pénètre dans la matière, l'agite, barbotte, la traverse en se chargeant d'essence, s'échappe par le tuyau (*e*), se condense dans le réfrigérant voisin, et s'écoule avec l'essence qui surnage, dans un récipient fermé, et disposé de manière à laisser échapper l'eau, en retenant l'essence. La vapeur condensée se charge dans l'origine, de plus de son volume d'essence, mais cette dernière quantité diminue avec le temps, et la distillation est terminée quand l'essence a disparu, c'est-à-dire après quinze à vingt heures de durée. Il faut 100 kilog. de vapeur pour distiller 100 kilog. de matière, 20 hectolitres d'eau froide à 10° pour condenser à 70° le mélange d'eau et d'essence vaporisés, provenant de 100 kilog. de gemme, et $0,^{mq}05$ de surface du réfrigérant par mètre cube d'eau froide : en résumé, il faut pour distiller 20 barriques de térébenthine, ou 4,000 kilog. de gemme filtrés, dépenser 4,000 kilog. de vapeur, et faire passer 80 mètres cubes d'eau froide dans un réfrigérant de 4 mètres carrés de surface. Ces données

expérimentales permettront d'établir un alambic de plus grande dimension, pour 50 ou 100 barriques à la fois; la grandeur, loin d'être une difficulté, est ici un avantage, qui se traduira certainement par une notable économie de temps, de vapeur, de combustible et d'argent.

Revenons à la distillation : Lorsque la vapeur d'eau se condense sans aucun mélange d'essence, l'opération est terminée. Il faut arrêter la vapeur, ouvrir le trou de vidange, et recevoir le brai ou résine dans les moules en sable, ou les barriques, suivant l'usage. Si l'on a évité la condensation de la vapeur dans l'appareil, en la surchauffant légèrement avant son entrée, comme nous allons le dire, le brai est sec et transparent : s'il est légèrement opaque, il faut le transformer en résine jaune, en le battant vigoureusement avec de l'eau.

Surchauffer la vapeur est chose indispensable, non-seulement pour la priver de l'eau entraînée, mais pour lui donner un excès de chaleur qui l'empêche de se condenser facilement dans l'alambic. Il faut la surchauffer légèrement, à 200° à peine, mieux encore à 150°, et l'un des deux appareils suivants, dits *surchauffeurs*, interposé entre la chaudière à vapeur et l'alambic, remplit bien ce but.

Le *surchauffeur fig.* 2, *pl.* I, est un parallélipipède en maçonnerie, dont la partie inférieure est occupée par un foyer (*a*), et la partie supérieure par 10 tubes en fonte (*b*), superposés, reliés entr'eux, de 2 mètres de long et 0^{m} 06 de diamètre, dans lesquels circule et s'échauffe la vapeur. Les intervalles (*c*), permettent de surveiller et de réparer les joints du tuyau. Un feu extrêmement modéré, couvert, dont la dépense est insignifiante, maintiendra la vapeur à 150° ou 200°.

Le *surchauffeur fig.* 3, *pl.* I, est un véritable four à réverbère, sur la sole duquel sont couchés 4 tubes en fonte (*a*) de 4 mètres de longueur; des vides (*b*), permettent la réparation des joints; le foyer est latéral. Cette disposition est préférable à la première.

Dans l'un et l'autre cas, il faut s'efforcer de placer au dehors la porte des fourneaux.

Procédé de distillation par la vapeur d'eau. — L'appareil représenté dans la *Fig.* 1, *pl.* II, a pour objet d'opérer la fusion, la distillation et la filtration de la matière résineuse brute ou gemme, sans le contact direct du feu, par la seule action de la vapeur, soit surchauffée à 150°, soit non-surchauffée, mais à la pression de 4 atmosphères environ ; mieux vaudrait surchauffer la vapeur, pour cause de simplicité, et pour ne pas fatiguer les joints de l'appareil. Que de recherches, que d'essais n'avons-nous pas fait faire depuis dix ans, dans une usine spéciale sise à La Hume, près de Bordeaux, pour résoudre ce difficile problème, de faire par la vapeur toutes les opérations nécessaires! Nous y sommes parvenu, et l'appareil suivant, bien manœuvré, remplit toutes les conditions de succès. Il a la forme d'un œuf, et se compose de deux coupoles (*a*) (*b*), reliées par une partie cylindrique (*c*). Il est en cuivre et peut contenir 16 barriques ou 4,000 kilog.; sa coupole inférieure (*b*), est munie d'une coupole concentrique en fonte (*d*), faisant double fond; un trou d'homme (*e*), permet d'introduire la matière, et le tuyau (*f*) sert d'issue aux vapeurs, en communiquant avec le réfrigérant. Une tige en cuivre (*g*), se mouvant dans l'écrou fixe (*h*), est garnie d'une bonde (*i*), qui ferme le trou de vidange (*j*). La vapeur pénètre par le tube (*k*), circule dans le tube annulaire extérieur (*l*), pénètre dans l'intérieur de l'appareil par les 8 tubes injecteurs (*m*) et provoque la distillation. La vapeur pénètre aussi par le tube (*n*), dans un serpentin intérieur (*o*), puis dans le double fond (*p*), et enfin sort à l'extérieur, soit par le robinet (2), soit dans le petit serpentin (*r*). La vapeur agit ici comme agent calorifique; elle fond la matière par son passage dans le serpentin (*o*), et empêche, par le serpentin (*r*), la matière distillée de se concrêter dans le tuyau de vidange (*j*). Voici maintenant la manière d'opérer.

On introduit par le trou d'homme 16 barriques, soit 4,000 kilog. de gemme brute, et l'on ferme cette ouverture. Les robinets des tubes injecteurs sont fermés ; on ouvre les robinets (1) et (2); la vapeur entre dans le serpentin (*o*), passe dans le double fond (*p*) et s'échappe, avec l'eau condensée, par le robinet (2) ; à ce contact la gemme fond peu à peu et sa fusion est complète après deux heures. A ce moment on ouvre peu à peu les robinets des tubes injecteurs et la distillation commence, et se manifeste par l'apparition du mélange d'eau et d'essence à la sortie du réfrigérant. Il faut bien ménager l'introduction de la vapeur, pour éviter l'entraînement de la matière. Pendant ce temps, la vapeur ne cesse pas, d'autre part, de circuler dans le serpentin intérieur. Après huit heures, la distillation est terminée et l'alambic ne contient plus que des brais secs, contenant néanmoins encore un peu d'eau ; ou l'en dépouille complètement, en continuant à faire passer la vapeur dans le serpentin (*o*), jusqu'à ce qu'il ne s'écoule plus d'eau par l'issue du réfrigérant.

Il reste à filtrer ce brai sec, qui renferme toutes les impuretés de la gemme brute. La filtration est faite par la vapeur, qui, par pression, force la matière à traverser une grosse toile, comme il va être dit :

Le FILTRE *Fig.* 4 et *Fig.* 5, est un cylindre en tôle de fer, de 1^m 40 de diamètre et 1_m 50 de hauteur, dont la partie supérieure est munie du trou d'homme (*a*), du tube injecteur de vapeur (*b*) et du tube de sortie de vapeur (*c*). Un double serpentin intérieur (*d*) et (*e*), règne dans l'intérieur, pour y entretenir par la circulation de vapeur la chaleur nécessaire à la parfaite fluidité de la matière. Un fond mobile (*f*), percé de trous, fixé au cylindre par huit oreilles à clavette (*g*), ferme l'appareil; ce fond se compose de deux disques de tôle de 0^m 01 d'épaisseur, distants entr'eux de 0^m 06, et traversés par une série de tubes de 0^m 012 de diamètre, par lesquels s'échappe

la matière filtrée : sur le disque supérieur est placée une tôle percée, sur laquelle est tendue une grosse toile, formant joint sur l'anneau intérieur : des clavettes maintiennent l'écartement des disques. Dans l'épaisseur du fond, ou le vide entre ses deux disques, circule la vapeur, qui entretient la chaleur nécessaire au passage de la matière.

Avant de vider l'alambic *Fig.* 1, on chauffe le serpentin du filtre (*d*) et (*e*); on ouvre ensuite la vidange, et la matière s'écoule par le trou d'homme dans le filtre, qu'on a eu le soin de chauffer aussi préalablement par la circulation de vapeur dans toutes ses parties. La matière étant écoulée, le filtre est presque plein : on ferme le trou d'homme, le robinet (*c*) et l'on introduit la vapeur par le robinet (*b*). La matière s'écoule aussitôt à travers le fond, sous forme de brai parfaitement pur et transparent. La filtration est terminée lorsque la vapeur s'échappe par le fond, et l'on ferme aussitôt le robinet (*b*). Pour nettoyer le filtre, on enlève les clefs ou clavettes (*g*), et, à l'aide d'un treuil qui laisse aller les chaînes suspendant le fond, on abaisse celui-ci, de manière à le découvrir ; on voit sur la toile de lin une couche de sable, sur laquelle s'entassent des débris ligneux, le tout parfaitement privé de résine. On change la toile, on remonte et rajuste le fond, et l'on dispose une semblable opération. Cette filtration est vraiment remarquable, et la gemme la plus impure, donne sans aucune perte la plus belle colophane, sans aucune altération, et sans parler de la quantité et du rendement supérieur de l'essence.

Tels sont les résultats pratiques que je livre à la publicité, dans l'espoir que des distillateurs, désireux du progrès et soigneux de leurs intérêts, entreprendront avec des ressources convenables la régénération de l'industrie résineuse. Deux ou trois établissements, placés convenablement dans les landes comprises entre Bordeaux et Bayonne, munis d'appareils traitant à la fois une centaine de barriques de gemme, suffiraient,

entre les mains d'une société fortement constituée, à exploiter la plus grande partie des produits résineux : cette société y gagnerait par l'économie de la fabrication, des frais généraux et des achats ; le commerce y gagnerait par la pureté et la supériorité des produits, qui lutteraient avantageusement avec les produits similaires américains ; la localité y gagnerait par la disparition des cent et quelques petites distilleries actuelles, vrais foyers d'incendie, en conjurant à l'avenir tout danger de ce genre, et le pays y gagnerait enfin par l'extension de la plantation des Landes, activée nécessairement par la prospérité de cette industrie. J'appelle de tous mes vœux cette heureuse transformation, que je suis disposé à seconder de mes efforts et de mes conseils

---

ÉTUDES

SUR

L'AMBASSADE D'AUGER DE BOUSBECQUES EN TURQUIE

Par M. Albert DUPUIS,

Membre résidant.

SÉANCE DU 4 JUILLET 1862.

I.

Introduction. Importance et difficultés de la biographie d'Auger de Bousbecques. — Ambassade de Turquie en particulier. — Sources à consulter.

Le nom d'Auger de Bousbecques est une des plus glorieuses illustrations de notre pays. Cet homme distingué fut chargé de missions diplomatiques très-importantes; il nous rapporta d'Orient le lilas et d'autres plantes non moins précieuses, l'inscription d'Ancyre, le texte de Dioscoride, une foule de manuscrits, d'antiquités et de médailles; il recueillit un grand nombre d'observations dans ses voyages et les consigna dans des *Lettres* très-intéressantes, écrites avec une grande élégance, et qui furent fort recherchées; tous ces mérites ont jeté beaucoup d'éclat sur le pays où il était né, sur ce petit coin de la Flandre que nous habitons.

La Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille l'a compris lorsqu'elle a porté plusieurs années dans le programme de ses récompenses la Biographie d'Auger. Elle a reçu à ce sujet des travaux très-estimables, mais point de ces études, comme elle les désirait, qui fissent bien comprendre l'importance de l'homme, de ses recherches, de ses découvertes et plus encore de ses missions.

Ce que demandait la Société est du reste un très-grand travail; nous n'en abordons ici qu'une partie toute spéciale : l'Ambasssade de Turquie, et encore ne la considérons-nous que sous un point de vue seulement : le côté historique; cependant beaucoup de recherches nous ont déjà été indispensables.

M. Chon, dans le rapport qu'il a fait sur le dernier concours signalait la nécessité de bien connaître l'histoire du XVIe siècle pour écrire cette Biographie. Cela est d'autant plus utile qu'Auger de Bousbecques donne très-peu d'explications sur les événements qui motivent son ambassade ou qui surviennent pendant qu'elle s'accomplit. Il écrit à un ami au sujet de ce qui se passe de leur temps et il suppose naturellement connus des faits que trois siècles séparent maintenant de nous. Une grande réserve diplomatique paraît en outre le dominer, il abonde en détails intéressants sur les mœurs, les productions, les curiosités, les antiquités des pays qu'il visite; il est au contraire très-bref, souvent muet, sur l'objet et les incidents de l'exercice de ses fonctions.

Il faut donc suppléer à son silence par les enseignements de l'histoire. Deux grands ouvrages modernes jettent une vive lumière sur le sujet de cette étude. C'est d'abord l'*histoire de l'Empire Ottoman* par De Hammer. L'auteur avait à sa disposition dans les archives de Vienne les instructions données aux ambassadeurs autrichiens et les rapports de ceux-ci; son immense érudition orientale lui permettait en outre de contrôler incessamment les assertions des historiens Allemands ou Hongrois

par celles des historiens Turcs et d'arriver ainsi le plus près possible de la vérité.

L'autre ouvrage qui nous a été d'un aussi grand secours est le *Recueil des Négociations de la France dans le Levant* publié par M. Charrière dans les *Documents inédits de l'histoire de France*. Là, les rapports de nos ambassadeurs suivent jour par jour le récit d'Auger de Bousbecques, expliquent ses démarches, révèlent ses manœuvres, donnent la raison de ses succès comme de ses insuccès.

Éclairé par ces pièces originales nous avons pu nous convaincre que la question d'Orient n'occupe pas moins les chancelleries, ne pèse pas moins sur les esprits éclairés et sur l'opinion publique au XVIe siècle qu'au XIXe, et c'est ce qui nous a surtout semblé intéressant dans les recherches que nous entreprenons.

Cette question se présente cependant alors sous de tout autres aspects. Un coup d'œil sur l'état de l'Europe au temps d'Auger de Bousbecques va nous le montrer et servira en même temps d'introduction à ce mémoire.

II.

État de la question d'Orient pendant la première moitié du XVIme siècle. — Situation des diverses puissances européennes et de la Perse vis-à-vis de la Turquie. — Rôle de l'Autriche et de ses ambassadeurs dans cette question.

La race des Turcs Ottomans s'était solidement établie en Europe dans l'empire grec qu'elle avait détruit; elle ne cessait de s'avancer vers l'Occident; elle occupait déjà la Moldavie, la Valachie, la Bosnie, la Croatie, l'Esclavonie, et prétendait à de nouvelles conquêtes sous le règne brillant de Soliman Le Grand (Sultan-Suleiman-Khan Ier).

Auger de Bousbecques a beaucoup étudié le secret de la supériorité militaire des Turcs. Il a consigné ses observations à cet égard dans divers passages de ses *Lettres* et dans une sorte de *Déclamation* écrite suivant le goût du temps en style oratoire avec force citations et exemples tirés de l'antiquité. Dès l'abord il fut frappé de l'aspect d'un camp musulman, il en admira le calme, le silence et la discipline ; il n'admira pas moins la sobriété du soldat, qui n'a guère d'autre boisson que de l'eau ; il se rendit compte des longs et pénibles exercices par lesquels on formait les troupes à l'art de la guerre et des soins que l'administration avait pour elles, veillant à ce que rien ne leur manquât dans les marches les plus lointaines.

Il remarqua surtout les Janitschares ou Janissaires composés, comme on sait, d'enfants enlevés à des parents chrétiens; on les plaçait chez les paysans ou chez les fonctionnaires des villes en les employant à de rudes travaux. Ensuite ils faisaient longuement l'apprentissage des armes. Ils n'avaient ainsi d'autre famille que l'armée, d'autre avenir que celui qui leur était fait par l'État, avenir immense, il est vrai, puisqu'ils pouvaient arriver, s'ils se distinguaient, aux dignités les plus élevées, et prétendre à la main des filles du sultan. Presque tous les hommes que nous allons voir à la tête du Divan, des flottes, des armées sont ainsi des fils de chrétiens obscurs dont la Turquie, avec une singulière puissance d'assimilation, a fait ses plus dévoués et ses plus utiles serviteurs.

En regard de ces observations Bousbecques place un tableau affreux des armées européennes de son temps : le tumulte, l'indiscipline, la débauche s'y étalant au grand jour, la dilapidation qui fait que rien n'est préparé pour la guerre et que les hommes portés sur les rôles ne sont pas même au service, de sorte qu'un général croyant trouver une armée, n'a souvent à sa disposition que des cadres vides et sans ressource. La composition des troupes est encore plus déplorable : les soldats, sans avenir,

ne sont attirés que par l'espoir du pillage et de l'impunité ; on peut prévoir quels sont les hommes que de telles espérances séduisent. Les chefs n'ont fréquemment pour eux que leur naissance , peu en rapport avec leur mérite ; tandis qu'en Turquie, les grands emplois militaires, les grades, les honneurs sont donnés au talent ou à la valeur, dans nos pays occidentaux, tout est donné à la noblesse de race, et c'est, suivant notre auteur, la principale cause de l'infériorité de nos armées. Il est remarquable que les historiens Turcs aient eu la même manière de voir et datent la décadence de leur empire, précisément du règne de Soliman qui, le premier , disent-ils, éleva ses favoris au-dessus des hommes de mérite.

La race Ottomane est en outre une race guerrière ; elle met aisément sous les armes deux cent mille cavaliers et une infanfanterie composée de vétérans exercés , très-considérable également, en même temps qu'une flotte très-nombreuse et très-aguerrie. A ces forces aucun état d'Europe ne peut en opposer de pareilles à beaucoup près.

Se préoccupant de ce que l'on pourrait faire pour lutter avec plus d'avantage, Auger de Bousbecques voudrait que l'on eût un plus grand nombre de soldats; qu'on les prît parmi les nationaux intéressés à la défense de leur pays et non parmi des mercenaires étrangers ; qu'on les choisît jeunes, habitués aux travaux qui exigent de la force ou de l'agilité ; qu'on les exerçât soigneusement au maniement des armes, surtout qu'on leur ouvrît l'accès à tous les honneurs, à tous les grades, sans autre condition que leur bravoure, leur zèle , leur capacité.

Il revient très-souvent sur ce dernier point qui faisait probablement aussi le sujet d'un de ses écrits, aujourd'hui perdu, mais dont le titre nous est resté : *De la vraie noblesse*. Est-ce qu'en sa qualité d'enfant naturel, il aurait eu à se plaindre des seigneurs de son temps? Il eut une carrière trop brillante pour qu'on puisse le croire. Il faut donc attribuer ses idées sur cette

matière à des vues désintéressées. Du reste la raison suffisait à les indiquer et l'expérience les a consacrées, car l'organisation militaire qu'il préconise est précisément, on l'a déjà fait remarquer, celle de nos armées modernes.

Un peuple belliqueux, le plus voisin des provinces Turques, par suite le plus exposé, pressé par la nécessité et les périls avait déjà mis ces principes en pratique. Tout le monde était soldat en Hongrie, tout homme brave et capable groupait autour de lui des combattants, se déclarait indépendant, ou s'emparait du pouvoir dans sa contrée et se créait une sorte de petite souveraineté.

Ce peuple avait déployé sous de grands capitaines (Scanderberg, Jean Huniade, Mathias Corvin), un héroïsme admirable dont Bousbecques ne tient pas assez compte, et auquel les historiens Musulmans eux-mêmes rendent justice. Mais dans cette lutte la Hongrie s'était épuisée et une fois cette digue rompue, les Turcs se trouvaient devant l'Autriche.

La maison de Hapsbourg, qui régissait ce dernier pays, s'était si singulièrement accrue pendant le quinzième siècle et le commencement du seizième par des traités, des intrigues et des mariages que Charles-Quint se trouva hors d'état de suffire à l'administration de ses domaines, aussi vastes que peu homogènes. Par un pacte de famille (28 avril 1521) successivement étendu, il se réserva outre l'Empire : les Pays-Bas, la Franche-Comté, l'Espagne avec les possessions d'Afrique et d'Amérique, Naples et la Sicile. Il abandonna à son frère puîné, Ferdinand Ier, qui les avait administrés depuis la mort de Maximilien, leur grand'père (1519), les domaines propres de la maison de Hapsbourg : Autriche, Souabe en partie, Tyrol, Istrie, Frioul, etc.

Suivant les exemples de sa famille, animé des mêmes désirs d'agrandissement, Ferdinand avait épousé la princesse Anne, sœur du roi de Hongrie, Louis II, et par le traité de Vienne (15 juillet 1515) s'était fait désigner comme héritier du trône

de ce monarque. La couronne de Bohème était depuis plusieurs règnes réunie à celle de Hongrie qui comprenait encore la Silésie, la Moravie, la Transylvanie. C'était de vastes états dont l'Autriche s'assurait ainsi la succession.

Mais aussi quelles charges elle prenait. C'était à elle qu'il allait incomber bientôt de contenir les Ottomans. Bouleversée et divisée par les guerres de religion, elle était peu forte pour une tâche pareille. Ainsi, Bousbecques, en énumérant les forces de la Turquie, ses deux cent mille cavaliers, son infanterie considérable, sa flotte nombreuse, nous apprend que l'Autriche ne peut opposer à ces ressources que vingt-cinq à trente mille fantassins et une faible cavalerie.

Si Ferdinand eût pu compter sur les secours de son frère Charles-Quint, c'eût été mieux. L'Espagne était la grande force de l'Empire. Unie, aguerrie par ses longues luttes contre les Maures, enrichie par la découverte du Nouveau-Monde, elle possédait de vastes ressources et de hautes qualités militaires; on la trouve à la tête de toutes les ligues que la chrétienté forme contre l'Islamisme, mais elle n'entend pas se mettre au service de l'Allemagne; au lieu d'aller combattre au loin sur les bords du Danube, elle préfère attaquer la Turquie dans la Méditerranée et tâcher de lui fermer cette mer, en lui enlevant l'aide et le refuge qu'elle trouve dans les ports des états Barbaresques sur la côte d'Afrique; de là, les attaques réitérées de Charles-Quint contre Tunis et Tripoli.

Dans cette guerre maritime l'Espagne est secondée à diverses reprises par les républiques commerçantes d'Italie, par Venise surtout, la plus importante d'entre elles; mais voyant leurs colonies de l'Archipel et de l'Asie-Mineure sans cesse ravagées, voyant aussi le commerce changer de direction et prendre une autre voie par suite des découvertes ainsi que des conquêtes de l'Espagne et du Portugal, ces États se décourageaient facilement; ils sollicitaient la paix, quand ils le pouvaient avec

quelques chances de succès. Nous verrons ainsi Venise l'obtenir par l'entremise de la France en 1538-1539.

Il en était autrement des chevaliers de Malte (Hospitaliers de Saint-Jean-de-Jérusalem). La guerre était la fonction de ceux-ci, jamais ils ne se lassaient. Soliman les avait chassés, après un siége resté célèbre, de l'île de Rhodes (1522), qu'ils occupaient depuis la chute des royaumes fondés en Palestine par les Croisades. Réfugiés dans l'île de Malte que Charles-Quint leur avait cédée, ils recommenèrent leurs courses contre les Turcs et se mêlèrent à toutes les expéditions dirigées contre l'Islamisme, mais leurs ressources n'étaient pas à la hauteur de leur courage.

Ce n'était pas seulement en Europe que l'empire Ottoman comptait des ennemis, la Perse lui faisait aussi très-souvent la guerre. Ces deux puissances voisines considérables étaient maintenues en hostilité constante par des divisions de race et de religion. Sorties l'une et l'autre du tronc tartare, la branche des Turcomans (Perse, Caboul) et la branche Ottomane (Turquie) s'étaient souvent trouvées en rivalité. Voués à l'Islamisme, les Perses étaient de la secte Chiite qui ne reconnaît que l'autorité d'Ali, gendre et quatrième successeur de Mahomet, tandis que la secte Sunnite, à laquelle la Turquie se rattache, reconnaît l'autorité de tous les premiers califes, successeurs du Prophète. Les haines de ces partis religieux étaient, comme d'ordinaire, très-profondes. Auger de Bousbecques raconte qu'un Asiatique crut devoir purifier son logis, après y avoir reçu le Sultan. Entre les Perses et les Turcs, étaient les Géorgiens (Ibères), les Mingréliens (Colchiens) et d'autres peuplades belliqueuses qui servaient tantôt l'un tantôt l'autre peuple, et ravivaient les querelles. Les puissances d'Europe, elles-mêmes, l'Empire, l'Espagne, lorsqu'elles étaient en guerre contre la Turquie excitaient la Perse à faire sur les derrières de cette nation quelque diversion importante, et entretenaient des intelligences en Asie dans ce but.

De tous ces États se détachait la France, presque toujours alliée à la Porte-Ottomane. Un autre diplomate de notre pays, né à quelques pas du lieu où naquit Auger de Bousbecques, mais plus célèbre que celui-ci, Philippe de Comines, avait déjà montré un siècle plus tôt l'intérêt de cette alliance. Il rapporte dans ses mémoires comment, étant ambassadeur de Charles VIII à Venise, il y reçut, de nuit, la visite d'un employé turc, témoignant « grande envie que son maistre fust nostre amy.» Placée trop loin de cet empire pour avoir à le craindre, la France le voyait au contraire avec plaisir abaisser des puissances rivales. Dans la longue lutte de Charles-Quint et de François Ier, celui-ci trouva toujours la Turquie et surtout Soliman, qui s'était enthousiasmé pour lui, disposé à le servir. De terribles diversions de ce sultan sur l'Autriche et la Hongrie, les courses dans la Méditerranée de ses flottes si redoutées quand elles étaient commandées par Barberousse ou Dragut, forcèrent maintes fois l'Empire à nous demander la paix. Aussi voit-on toujours nos ambassadeurs empressés à fomenter la guerre contre l'Allemagne, à solliciter ces secours, ces diversions. Malheureusement, la France était souvent représentée par des gentilshommes discrédités, ruinés, auxquels ces postes lointains servaient de réfuge, et qui, plus d'une fois compromirent nos intérêts par leurs dettes, leurs discordes, leurs trahisons même.

D'un autre côté, nous demandions beaucoup à la Turquie, et nous ne lui offrions en échange qu'une certaine communauté d'intérêts. Elle nous donnait des secours en argent et combattait pour nous aussi sans que nous eussions rien à lui rendre. Honteux même de ses rapports avec un infidèle, notre gouvernement désavouait officiellement devant l'Europe ceux qu'il entretenait secrètement, et n'osait pas faire ouvertement comprendre ses alliés dans les traités. Lorsqu'aujourd'hui nous protégeons ces Ottomans affaiblis contre un puissant voisin, nous ne faisons donc que payer la dette de nos pères.

Restait encore l'Angleterre. Bien qu'elle se tînt d'ordinaire à l'écart de ces luttes lointaines qui étaient sans grand intérêt pour elle, sa marine y prenait part cependant quelquefois. Nous verrons qu'elle avait fait un nombre de prisonniers musulmans assez grand pour entrer en ligne de compte dans les chances d'un traité.

On voit à combien d'ennemis la Turquie avait affaire, n'ayant qu'un seul allié peu sûr, peu utile. Mais ce qui était pis pour elle que le grand nombre de ses adversaires, c'étaient les divisions intérieures du sérail. Elles ébranlaient la fidélité des officiers et des soldats, troublaient les camps et paralysaient les forces de l'empire. « Dans les Etats despotiques où les frères du prince sont également ses esclaves et ses rivaux, la prudence veut qu'on s'assure de leurs personnes; surtout dans les pays mahométans, où la religion regarde la victoire ou le succès comme un jugement de Dieu; de sorte que personne n'y est souverain de droit, mais seulement de fait » (Esprit des Lois, liv. V, chapitre XIV).

C'est ainsi qu'en quelques lignes Montesquieu fait admirablement ressortir les périls continuels de ces gouvernements orientaux; car ces frères, ces neveux, sans cesse menacés de la mort, ne peuvent vivre en paix. Ils veulent devancer le sort qui les attend au trépas du maître, et s'insurgent contre lui. Le dernier sultan Sélim I, qui se croyait déshérité par son père, l'avait détrôné et empoisonné. Soliman vécut dans la crainte que ses fils n'agissent de même; il contribua par ses soupçons à la révolte de deux d'entre eux, et avant de les sacrifier, il vit deux fois son empire en péril.

D'après le coup d'œil qui précède on voit quelles modifications la question d'Orient a subies en trois siècles.

Au XVIe la Turquie est puissante, l'organisation militaire que nous avons signalée, la passion des armes, générale dans ce peuple, l'ont rendue redoutable et les nations éloignées, la

France en premier lieu, qui n'ont point à la craindre, recherchent son alliance et ses secours contre des états voisins et trop envahissants: l'Empire, l'Autriche et l'Espagne par exemple.

Au XIXe siècle la Turquie est faible, les divisions intérieures du sérail, dont nous avons déjà montré les fâcheux effets, sont devenues plus funestes encore lorsque l'ardeur militaire s'est ralentie et qu'au lieu de se perdre dans le mouvement d'un grand peuple tout occupé de conquêtes, elles ont dominé une race lassée de combats. Habiles, comme nous l'avons vu, à s'assimiler par l'espoir des récompenses, des individus éloignés de leur famille, isolés de leur pays, des renégats ou des enfants enlevés, les Ottomans se sont montrés incapables de s'attacher les populations soumises en s'alliant à elles et n'ont jamais été, suivant un mot célèbre, que campés en Europe. Leur belle organisation militaire elle-même s'est engourdie et corrompue; Bousbecques nous a montré la répugnance des soldats Turcs de son temps pour les armes à feu; ils les acceptèrent cependant plus tard, mais ils ne firent jamais une étude sérieuse de l'artillerie, des grandes manœuvres à feu, ni de l'art des siéges, qui ont pris tant de développements chez les modernes.

Il ne s'agit donc plus pour la Turquie déchue de prodiguer des secours, mais d'en obtenir au contraire. Les peuples éloignés qu'elle a aidés l'aident à son tour; ils n'avaient rien à craindre jadis de l'agrandissement de cette puissance, ils n'ont rien à espérer aujourd'hui de son démembrement; ils sont désintéressés de ce côté; mais en protégeant la Turquie, comme autrefois en s'appuyant sur elle, ils empêchent les progrès d'un grand empire voisin, car les siècles passés nous ont appris l'importance de cette situation.

La beauté et la richesse du climat en font un pays précieux pour qui sait le mettre en valeur. De grands fleuves et de hautes chaînes de montagnes lui créent une défense naturelle en Eu-

rope, comme en Asie ; des races sobres et belliqueuses le peuplent. La faculté de lancer des vaisseaux dans la Méditerranée, puis de les retirer à son gré dans la mer Noire, à l'abri de toute poursuite, ne peut manquer de rendre ce poste redoutable entre les mains d'une nation puissante.

Mais surtout sa position unique entre l'Orient et l'Occident, avec de faciles communications de l'un comme de l'autre côté, doivent donner à celui qui possède la Turquie une importance très-grande, et lui permettre de répandre en Asie la civilisation de l'Europe, de peser politiquement sur nos états d'Europe avec les ressources de l'Asie. La Russie qui s'est tracé ce plan depuis Pierre-le-Grand, comprend très-bien que la possession de Constantinople peut seule lui donner les moyens de le réaliser ; et les peuples qui veulent conserver leur indépendance conçoivent qu'il leur faut à tout prix empêcher cette conquête.

Mais laissons cette digression et résumons ce que nous avons dit de l'état de la question d'Orient lorsque Bousbecques fut appelé à porter sur elle ses études et ses efforts.

La Turquie était puissante, mais des déchirements intérieurs paralysaient souvent ses forces en même temps qu'elle était obligée de faire face aux ennemis qui l'entouraient de tous côtés. Il s'agissait de profiter de ces circonstances parfois difficiles afin de l'arrêter dans sa marche sur la Hongrie et sur l'Autriche. Pour arriver à ce résultat, il fallait aplanir d'abord certaines difficultés de détail, presque locales, au sujet des frontières ou des pays intermédiaires, tels que la Hongrie, la Transylvanie, toujours disputés, tantôt pris, tantôt repris, par l'une ou par l'autre de ces deux puissances.

Nous avons donc à expliquer tout d'abord quel était à cet égard l'état des choses vers le milieu du XVIe siècle et l'origine des questions épineuses que l'ambassadeur de Ferdinand allait rencontrer.

III.

Difficultés spéciales à la Hongrie et à la Transylvanie qui compliquaient la question d'Orient à l'égard de l'Autriche. — Louis II, de Hongrie, assure sa succession à Ferdinand d'Autriche. — Opposition nationale représentée par Zapoly. — Lutte des deux rivaux. — Zapoly vaincu appelle les Turcs. — Course de Soliman jusqu'à Vienne. — Obstacles qui l'arrêtent. — Il fait la paix avec Ferdinand, qui la fait également avec Zapoly. — 1526 à 1540.

Ferdinand, comme nous l'avons vu, convoitait la Hongrie et s'était fait promettre par le roi Louis II la succession à ce trône; il sentait qu'il allait rencontrer dans ce pays de grandes difficultés, mais il espérait désarmer la Turquie par des tributs et par la diplomatie. Ce fut sa politique que nous allons voir à l'œuvre.

Cet héritage désiré vint à s'ouvrir pour lui en 1526, lorsque ce roi Louis II, imprudemment engagé avec des troupes inférieures, levées à la hâte, inexpérimentées dans une bataille rangée contre les Turcs à Mohacz (Baranya) y fut défait et tué, (28 août 1526). Aussitôt Ferdinand se fit élire roi de Hongrie et de Bohême.

Mais, avant d'avoir pu accomplir les cérémonies de son couronnement, il rencontra des obstacles imprévus.

Un puissant seigneur, Jean Zapolya ou Zapoly, (Zapusz disent les Turcs) comte de Cepus (Zips), en Hongrie et palatin de Transylvanie amenait de puissants renforts à Louis II lorsque la bataille de Mohacz eut lieu. Influent par sa position personnelle et par les forces qu'il avait conservées, il réunit une diète à Tokaï, fit honte aux seigneurs nationaux d'accepter un étranger pour souverain et se fit élire lui-même.

La guerre commença immédiatement entre les deux rivaux. La France, Venise, l'Angleterre et la Turquie favorisaient

Zapoly. Afin d'obtenir quelques secours, ce prince, qui n'était pas marié alors, offrit de désigner pour son héritier Henri, duc d'Orléans, second fils du roi de France Fronçois I (Charrière). Mais tout se borna à des paroles, et Zapoly réduit à ses propres forces fut battu à Tokaï. Il se réfugia en Pologne et de là appela à son aide les Turcs. Le sultan Soliman lui assura la Hongrie comme s'il en était maître et se mit bientôt en campagne. Il prit Belgrade, et poussa jusqu'à Vienne qu'il assiégea; mais la garnison se défendit avec tant de valeur que, privé d'ailleurs de grosse artillerie, il dut se retirer, non sans conserver quelque partie de ses conquêtes qu'il laissa entre les mains de Zapoly (1529).

Cet échec, qu'il cherchait vainement à déguiser, et le traité de Cambrai, qui en réconciliant la France avec l'Empire permettait à Charles-Quint de disposer de toutes ses forces en faveur de son frère Ferdinand, empêchèrent Soliman de seconder plus efficacement son protégé.

Ferdinand, de son côté, avait à consolider le titre de roi des Romains que la diète allemande venait de lui décerner nouvellement (1531). On sait que pour rendre l'Empire héréditaire, les Empereurs faisaient élire de leur vivant, sous le titre de roi des Romains celui qu'ils voulaient se donner pour successeur.

Toutes ces causes rendaient la guerre difficile. Charles-Quint lui-même craignait de compromettre sa position, alors assez bonne, mais peu sûre. Les années 1531 et 1532 virent de grands armements tant du côté des Impériaux que du côté des Ottomans. Les armées, après s'être trouvées presqu'en présence l'une de l'autre, se séparèrent sans avoir agi. Soliman marcha sur Guns (Eisenburg); mais cette ville se défendit vaillamment, et le sultan prévoyant le même échec qu'à Vienne se tourna vers la Styrie.

Le roi des Romains peu soutenu par son frère chercha à

obtenir un traité des Turcs et y réussit (juin 1533). Ce fut le premier arrangement conclu entre les deux peuples. Soliman ne voulait pas donner à Charles-Quint le titre d'empereur, ni à Ferdinand celui de roi des Romains; ne pouvant souffrir en Europe une dignité qui égalât la sienne, il prétendait ne voir dans le premier que le roi d'Espagne, dans le second que le Gouverneur de celui-ci à Vienne. Cependant il consentit à une trève avec l'Autriche, convint que chaque nation garderait ses possessions actuelles et reconnut le douaire de la reine Marie, sœur de Charles-Quint, épouse du feu roi de Hongrie, Louis II.

Ferdinand chercha de même à traiter avec Jean Zapoly et le fit à Weitzen (1536). Il fut convenu qu'à la mort de ce dernier, Ferdinand hériterait de son titre de roi et de ses possessions en Hongrie. Suivant De Hammer une trève avait été conclue entre ces deux princes à Wisgrad dès 1532 et suivant Schœl elle fut confirmée plus tard encore, le 4 février 1538, à Nagy-Varad ou Grand Varadin (Groszwardein).

Cependant poussé par l'opinion nationale Zapoly dut se marier. Il épousa Isabelle (Elisabeth)-fille du roi de Pologne Sigismond. Il en eut un fils et mourut quelques jours après la naissance de cet enfant, source de nouvelles difficultés (1540).

IV.

La veuve de Zapoly fait reconnaître son fils. — Trahison des Turcs qui s'emparent de cet enfant et le relèguent en Transylvanie. — Nouvelles expéditions en Hongrie. — L'Autriche profite d'un traité de paix générale conclu par l'influence de la France. — 1540 à 1547.

Isabelle, femme de grand caractère, fit reconnaître son fils Jean II sous le nom d'Etienne, en souvenir du premier roi de Hongrie (Le sultan l'appelle souvent Sigismond Etienne) et se

voyant attaquée par Ferdinand qui réclamait l'exécution du traité de Weitzen elle sollicita des secours étrangers. Pour obtenir ceux de la France, les seigneurs offrirent de nouveau de remarier Isabelle au duc d'Orléans, ou au moins d'assurer à celui-ci la succession de l'enfant, s'il venait à mourir en bas âge (Charrière).

Mais les Turcs étaient plus près et paraissaient plus désireux d'intervenir. Ils entrent en Hongrie après les Autrichiens, qui s'étaient déjà emparés d'Albe-royale et de diverses autres villes. Ils délivrent Bude où la reine était assiégée; puis le sultan fait offrir des présents à cette princesse, s'excuse sur son rang de ne la point visiter, mais demande qu'elle lui envoie son fils au camp. Après quelque hésitation Isabelle n'ose point refuser; elle envoie son enfant avec des conseillers, qui sont immédiatement arrêtés. En même temps des janissaires entrés secrètement dans Bude s'emparent du château. Soliman déclare alors ses intentions; il prend possession de Bude et de la Hongrie, qu'il s'engage cependant à remettre au jeune roi lors de sa majorité, le fait sortir du château ainsi que sa mère, et les relègue dans la Transylvanie dont il leur laisse le gouvernement (Hammer).

Cette position prise par la Turquie effraya l'Autriche, qui essaya vainement de négocier un nouvel arrangement. Deux ans après (1543), les Ottomans rentrèrent en campagne. Funfkirchen se rendit, ils prirent en outre Gran, Tata, Stuhlweissembourg et Wissigrad l'année suivante. Mais auparavant Charles-Quint, qui était alors en guerre avec la France, avait cédé devant cette diversion terrible des Turcs qui menaçaient de si près l'Allemagne; il conclut avec François Ier le traité de Crépy (1544).

La paix générale devait s'en suivre. Dès 1544 en effet fut conclu entre l'évêque de Gran et le gouverneur d'Ofen un armistice qui fut ensuite approuvé par le général commandant en Hongrie pour Ferdinand.

Ce prince envoya alors à Constantinople des ambassadeurs qui obtinrent une trève de cinq ans moyennant le paiement annuel de trente mille ducats, que l'Autriche appelle un don, mais que la Turquie qualifie brutalement de tribut. Ferdinand fut reconnu en sa qualité de roi des Romains ; Charles-Quint, le Pape, la République de Venise furent compris dans ce traité, ainsi que la France aux efforts de laquelle il était dû (1545-1547).

V.

Intrigues de Martinuzzi qui introduisent Ferdinand en Transylvanie. — Difficultés qui empêchent la Turquie d'intervenir sérieusement. — Guerre de Perse. — Révolte de Mustapha. — Nouveaux projets de paix. — 1547 à 1554.

Le sort d'Isabelle et de son fils avait été également partagé par un ministre hardi et habile, Georges Martinuzzi, croate d'origine, que le roi défunt, Jean Zapoly, avait désigné pour tuteur à son fils, concurremment avec la reine. Relégué en Transylvanie, il se lança dans beaucoup d'intrigues pour augmenter son pouvoir et sa fortune. Mal vu par l'entourage d'Isabelle, il profita d'un moment où les Turcs étaient occupés par la guerre avec la Perse pour faire des offres à Ferdinand. Celui-ci fit envahir tout-à-coup la Transylvanie par un de ses généraux, J.-B. Castaldo, marquis de Piadena. Les pachas voisins accoururent vainement au secours de la reine. Assiégée dans Albe-Julie (Carlsburg ou Weissembourg), elle fut obligée de renoncer pour elle et pour son fils à ses droits sur la Hongrie et la Transylvanie. Elle dut se contenter, en échange, des principautés d'Oppelen (Oppeln, Oppolie), de Ratibor et de Munsterberg, ainsi que de cent mille ducats (1550-1551). Elle conservait en outre les possessions de sa famille : comté de Zips, etc., etc.

C'est ce traité qu'Auger de Bousbecques, pour cacher le vilain rôle de l'Autriche, représente dans ses lettres comme un libre abandon désiré même par la reine.

Roustam (Roustem-Pacha), le grand visir de Soliman, avait soupçonné cette intrigue et plusieurs fois il avait interrogé à ce sujet l'ambassadeur de Ferdinand à Constantinople, Jean-Marie Malvezzi, qui la nia toujours hardiment, soit qu'il l'ignorât, soit qu'il se dévouât pour son maître. Quand l'affaire eut éclaté et que la Transylvanie fut envahie par les Autrichiens, le sultan irrité fit jeter Malvezzi dans une prison où il fut très-durement traité (1551). Soliman prétendait que les ambassadeurs devaient être considérés comme otages et garants de la parole de leur souverain. C'est ainsi qu'il entendait le droit des gens (Hammer).

Quant à Martinuzzi, qui avait été moine dans sa jeunesse, il obtint de l'Autriche, pour prix de ses services, le gouvernement de la Transylvanie, l'évêché d'Agra, (Agria, Eger, Erlau, Iager,) et il obtint de Rome, sur la demande de la même puissance, le chapeau de cardinal. Mais bientôt il périt assassiné par les agents de Castaldo et sur l'autorisation de Ferdinand, qui craignait une nouvelle trahison de ce prélat trop porté à l'intrigue (17 ou 18 septembre 1551). Le désir de s'emparer des immenses trésors de Martinuzzi paraît aussi avoir contribué à sa perte.

Ce dernier événement porta à son comble l'exaspération de la Transylvanie; la révolte éclata partout; on rappela Etienne et sa mère. Les Turcs en profitèrent pour diriger une expédition en Hongrie; ils prirent Temesvard et échouèrent devant Agria (Erlau), vaillamment défendu (1552).

Ramener le jeune roi n'était donc pas facile. Les Autrichiens avaient conservé leurs garnisons dans ce pays; un général habile, Sforce Pallavicini, y commandait. Isabelle semblait même ne plus se soucier beaucoup de ce pauvre pays. Elle aspirait à une couronne plus haute pour son fils, à celle de

Pologne. Sœur du roi Sigismond, elle comptait qu'à la mort de celui-ci, Etienne serait élu; elle travaillait en ce sens et avait déjà gagné des électeurs très-influents (Charrière).

La Turquie n'était point non plus en mesure de la seconder très-efficacement. De grands embarras paralysaient momentanément ses forces. Depuis 1548, suivant De Hammer, depuis quelque temps seulement suivant d'autres, elle était de nouveau en guerre contre la Perse. La cause particulière des hostilités actuelles était que Soliman avait recueilli dans ses états, avec de grands honneurs Alkazik ou Elcasz Mirza, frère du shah de Perse, Thamas ou Thamasp. Elcasz s'était révolté, il avait été vaincu et était venu (1547) solliciter les secours du sultan. Celui-ci les lui avait accordés et avait aussitôt entrepris la guerre contre le shah; il ne pouvait donc songer à attaquer Ferdinand en laissant un tel ennemi sur ses derrières.

Ce n'était pas d'ailleurs le seul embarras qu'eût en ce moment la Turquie; les divisions du sérail la troublaient.

Un des fils de Soliman, Mustapha, gouverneur de Roum, plein de brillantes qualités, adoré du soldat, était accusé de conspirer. Il l'était surtout par Roxelane, favorite du sultan [1]. Cette femme avait réussi à prendre un ascendant absolu sur l'esprit de celui-ci et à se faire donner le titre d'épouse. Cette dignité, les princes ottomans n'avaient plus voulu l'accorder à aucune femme depuis que Bajazet II, fait prisonnier par Tamerlan, avait vu la sienne subir les plus vils outrages. Roxelane désirait faire régner ses propres enfants et pour cela écarter leur aîné, ce Mustapha, fils d'une rivale (Bosphorone). Le grand visir Roustam, qui avait épousé une fille de Roxelane et

1 Chaszeki-Churrem ou Khasseki-Khourrem. Ce dernier nom signifie : la joyeuse. Quant au nom de Roxelane, il vient de Rossa, et indique l'origine russe de cette femme, qui n'était point française, comme l'ont prétendu nos romanciers

du Sultan, la princesse Mirmah, la secondait dans ses dénonciations avec d'autant plus d'effet qu'il possédait la confiance de son maître. Il ne fut donc pas difficile de persuader à celui-ci, d'après les antécédents du sérail, que son fils conspirait contre lui, et peut-être conspirait-il.

Roustam commandait l'armée qui se rendait en Perse. Il écrivit au sultan que les jannissaires se mutinaient et appelaient à leur tête Mustapha, qu'ils avaient l'intention de proclamer ensuite. Soliman, excité par Roxelane, partit pour rejoindre l'armée au camp d'Amasie (Amassia). Il y fit appeler son fils, qui s'était tenu près de là dans son gouvernement. Le jeune prince hésita, mais vaincu par les ordres et les promesses du sultan, il se rendit près de lui. C'est là qu'il fut étranglé (5 ou 6 octobre 1553). D'après Auger de Bousbecques, il l'aurait été sous les yeux et sur un signe de son père, mais De Hammer accuse notre auteur d'avoir exagéré ces faits, dont les historiens musulmans ne disent rien.

Suivant De Hammer ce ne fut pas non plus à Amasie, mais à Eregli en Karamanie que cet événement tragique s'accomplit.

Le fils unique de Mustapha, encore en bas-âge, fut enlevé par supercherie des bras de sa mère et eut le même sort.

Ces exécutions frappèrent de terreur et de colère toute l'armée, principalement les Janissaires. Le sultan fut obligé pour les calmer de disgracier, en apparence du moins, Roustam, qui prit sur lui l'odieux de la faute. Il le remplaça par Ahmed (Achmet ou Achomat) brave soldat, mais politique beaucoup moins habile. Malgré cela, il eut été périlleux de trop compter sur l'obéissance et la fidélité des troupes après de pareils événements.

Ainsi les troubles intérieurs et la guerre extérieure portaient le sultan à écouter les propositions de paix faites par Ferdinand. Celui-ci avait envoyé à Constantinople deux nouveaux ambassadeurs : Antoine Wranz (Verantius, Wrancy), évêque d'Agria, suivant les uns, de Fünfkirchen, suivant les autres, et François

Zay, capitaine général de la flotte du Danube. Dès leur arrivée, ils obtinrent la mise en liberté de Malvezzi que le sultan renvoya bientôt à Ferdinand pour traiter d'une trève.

Le roi des Romains désirait non moins vivement obtenir un armistice et le convertir en traité de paix. Ces guerres continuelles étaient en effet la cause des plus grandes misères sur les frontières : pillages, incendies, violences, dévastations de toute nature. On voyait affluer sur la route de Constantinople, dit Auger de Bousbecques, des troupes d'hommes et d'enfants qu'on allait vendre : « comme on voit au sortir d'Anvers les marchands apportant ou reportant les objets de leur commerce. » Il fallait donc profiter des circonstances qui paraissaient favorables à la paix. Ferdinand voulut renvoyer Malvezzi porter ses réponses et s'établir dans la capitale de la Turquie, comme son ambassadeur ordinaire, mais celui-ci, malade des suites de sa captivité, ne put accepter cette mission.

Le roi des Romains jeta alors les yeux sur Auger de Bousbecques que lui recommandait son secrétaire, le belge Van der Aa.

Auger venait d'accompagner un ambassadeur en Angleterre, il n'était donc pas nouveau dans la diplomatie; en outre il avait fait les meilleures études; le droit privé et le droit public lui étaient familiers ; il était digne du poste qu'il allait occuper.

Tout ce qui précède nous a paru nécessaire pour expliquer la mission de cet ambassadeur, car il avait à agir sur les difficultés que nous venons d'exposer. Ses lettres, il est vrai, ou n'en parlent nullement ou n'en parlent que d'une façon très-incomplète, mais c'est précisément à ces lacunes que nous avons cru devoir suppléer pour l'intelligence de ce qui va suivre. Il n'est qu'un point sur lequel il s'étend longuement, c'est la catastrophe de Mustapha, mais il la raconte surtout au point de vue dramatique, d'après les modèles et avec la méthode oratoire des historiens latins ; il ne l'envisage pas au point de vue des relations internationales.

VI.

Ambassade d'Auger de Bousbecques. — Il va trouver le sultan à Amasie. — Il est renvoyé à Ferdinand. — 1554-1555.

Auger de Bousbecques se rendit en toute hâte à Vienne, il y reçut les instructions pressantes de Ferdinand, alla près de Malvezzi chercher les renseignements les plus essentiels et se mit en route pour Constantinople par Comorn (Comaromium, Kœmœrn), Gran (Strigonie), Bude, Belgrade, le Danube, Nissa (Nich), Sophia, Philippopolis et Chiurli.

Il trouva dans la capitale de la Turquie, où il arriva le 20 janvier 1555, Wranz et Zay, les deux derniers ambassadeurs, dont nous avons parlé. Il devait les avoir pour collègues, tout en restant le chef de l'ambassade.

Puis comme le sultan n'était point à Constantinople il dut aller le trouver à Amasie en Asie-Mineure par Nicomédie (Isnikmid), Nicée (Isnik) et d'autres lieux moins connus qu'il nomme parce qu'aucune relation de voyage dans ces contrées n'avait été encore publiée. Soliman était satisfait de le faire venir dans son camp et de lui montrer l'armée soumise, la Perse alliée, comme nous allons l'apprendre.

Bousbecques avoue qu'il fut mal reçu du divan et surtout du sultan qui, après l'avoir écouté d'un air mécontent, lui répondit seulement : c'est bien, c'est bien (Giuzel), et le congédia aussitôt. Il ne s'explique pas sur les propositions qu'il lui fit de la part de son maître, se bornant à nous dire qu'elles étaient dignes (plena dignitatis et libertatis).

Mais les dépêches des ambassadeurs français recueillies par M. Charrière abondent en détails.

D'abord, Auger de Bousbecques ne parle pas de cette hostilité constante de la France qui, plus que toute autre chose, l'em-

pêcha longtemps d'obtenir la paix. Une fois seulement dans ses lettres, beaucoup plus tard, il mentionne les mauvais procedes d'un de nos ambassadeurs, De La Vigne, et semble encore les attribuer plutôt au caractère emporté de l'homme qu'à la politique de la cour de France. D'où vient ce silence singulier ? Nous avons dit que notre auteur est très-circonspect, que dans sa correspondance il parle plus volontiers histoire naturelle, antiquités, philologie, mœurs des peuples, que politique ; c'est probablement à cet esprit qu'il faut attribuer ses réticences.

De Codignac, notre ambassadeur à cette époque, essaya d'abord de faire refuser toute audience aux envoyés de Ferdinand. Mais ceux-ci, dit-il, triomphèrent et levèrent cette difficulté en faisant des dons aux pachas « qui n'avaient pas encore senti la libéralité du roi des Romains et qui avaient entendu quels étaient les présents que lesdits ambassadeurs avaient à leur faire. » Bousbecques qui parle longuement des dons offerts par l'ambassadeur Persan ne dit rien des siens.

Il répéta l'explication que nous avons déjà signalée : Ferdinand n'aurait occupé la Transylvanie que contre son gré, sur la demande d'Isabelle, pressé par elle, qui voulait se soustraire à l'obéissance des Turcs. Des possessions territoriales et des sommes considérables lui avaient été données en échange. Enfin son maître ne demandait qu'à se substituer à elle, sous la protection du sultan ; il entendait payer, pour l'obtenir, le tribut qu'elle payait elle-même et il envoyait en conséquence dix mille ducats destinés à cet objet. Puisque Soliman avait bien voulu tenir pour sien un simple fils de gentilhomme (Étienne Zapoly), refuserait-il une pareille faveur à un puissant souverain tel que Ferdinand (Charrière). Et voilà ce que Bousbecques appelle en termes généraux des propositions pleines d'indépendance et de dignité. On conçoit qu'il les ait passées sous silence.

Le sultan n'acceptait point ces explications. Il connaissait toutes les intrigues de Martinuzzi et savait qu'Isabelle n'avait pas

cédé volontairement ses états ; il n'admettait même pas qu'elle pût le faire, l'eût-elle désiré, sans le consentement de la Turquie, puisqu'elle avait accepté la protection de ce peuple. Il déclarait encore que loin d'avoir reçu les duchés et les sommes promises en échange par Ferdinand, la reine et son fils vivaient en Pologne dans un chétif état. Quant aux dix mille ducats, il les prenait, mais comme à-compte sur les années arriérées du tribut que l'Autriche s'était engagée à lui payer par le traité de 1547 et il les fit inscrire de cette façon sur ses livres (Hammer, Charrière)

Un point sur lequel s'appuyait Bousbecques, c'est que la reine Isabelle montrait peu d'ardeur à rentrer en Transylvanie et qu'elle n'envoyait même point au sultan un ambassadeur annoncé depuis longtemps. Sur la demande de la France, un répit fut accordé, un message fut adressé à Lublin pour appeler la mère et le fils, ils se montrèrent très froids, mais enfin leur envoyé arriva, rétablit les faits et protesta des prétentions constantes d'Isabelle sur la Transylvanie. Alors Bousbecques avec habileté proposa pour terminer ces difficultés d'unir le jeune roi Etienne à la fille de Ferdinand et de lui laisser la Transylvanie sous la protection de l'Empire et de la Turquie (Charrière).

Cependant Soliman n'accepta point ces propositions. L'armée maintenue par la présence et les largesses de son souverain avait subi sans révolte la mort de Mustapha. La guerre de Perse n'avait été qu'une horrible dévastation avec des succès balancés. Cette puissance demandait la paix et son ambassadeur en apportait la conclusion au camp d'Amasie. Ainsi dégagée de ses plus grands embarras, la Turquie pouvait maintenant se montrer difficile.

Sur l'instigation de la France et contre le gré de Ferdinand, qui voulait conserver Bousbecques en qualité d'ambassadeur ordinaire à Constantinople, celui-ci fut renvoyé, et ses collègues, Wranz et Zay furent au contraire conservés.

La séance officielle de départ fut tout aussi peu aimable que

celle de l'arrivée, tandis qu'on affectait de combler l'ambassadeur de Perse d'égards et de faveurs.

Bousbecques était chargé de porter à son maître une trève de six mois et de nouvelles propositions de paix, à condition qu'on restituât la Transylvanie, car la Turquie sous ses airs menaçants ne désirait pas la guerre.

De nouvelles divisions éclataient au sérail. On avait vu paraître tout à coup en Valachie et en Moldavie un personnage qui se disait Mustapha échappé à la mort. Un esclave qui lui ressemblait aurait été, prétendait-il, exécuté à sa place. Il réunit de nombreux partisans et il se formait une petite armée, quand des mesures prises habilement et promptement effrayèrent ses soldats et ses officiers, qui l'abandonnèrent (1555). Mis à la question ses serviteurs et lui accusèrent de cette intrigue Bajazet (Baiazid), l'un des fils mêmes du sultan. Soliman voulut punir, mais il se laissa vaincre par les prières de Roxelane, dont Bajazet était le fils favori, le complice peut-être (Bousbecques).

Dans de telles conditions l'armée ne pouvait être sûre; le sultan vieillissait et perdait son ardeur pour la guerre; les soldats, auxquels chaque avénement apportait des largesses, trouvaient ce règne trop long. La France elle-même était lasse de ces luttes sanglantes qui avaient occupé tout le règne de François I et qui ne cessaient guères sous son successeur, Henri II. Tout semblait donc conspirer à la paix. C'est même pour la hâter que Charles-Quint songeait alors à abdiquer.

VII.

Retour d'Auger de Bousbecques à Constantinople.—Mauvaises dispositions du Divan. — Nouvelle expédition en Hongrie. — Embarras ultérieurs de la Turquie. — Révolte de Bajazet. — Traité de la France avec l'Espagne et l'Autriche. — Espérances de Bousbecques et déceptions. — 1556-1559.

Profitant de ces circonstances, le roi des Romains renvoya donc à son tour Bousbecques en Turquie, tenant à le faire considérer comme son ambassadeur ordinaire.

Lorsque celui-ci arriva à Constantinople dans les premiers jours de janvier 1556, il trouva l'administration modifiée. Roustam disgracié, en apparence du moins, comme nous l'avons dit, pour calmer les janissaires qui l'accusaient d'avoir causé la mort de Mustapha, était bientôt rentré au pouvoir, et son successeur momentané, Ahmed, avait été étranglé en se rendant au divan (28 septembre 1555). On prit pour prétexte de cette exécution les calomnies répandues par lui contre un des visirs, Aly-Pacha ; on le soupçonna aussi d'avoir trop bien vu, signalé et poursuivi la conspiration du faux Mustapha, dans laquelle aurait trempé Bajazet et sa mère Roxelane. Mais sous ces prétextes ou ces suppositions les historiens, dit De Hammer, n'ont vu que le désir de rétablir Roustam. On a dit aussi que Soliman avait promis à Ahmed, pour le déterminer à accepter le vizirat, de le lui laisser jusqu'à la mort, et qu'il n'avait trouvé que ce cruel moyen de dégager sa parole.

Roustam trompé jadis par Malvezzi, était très hostile au nouvel ambassadeur, qui d'ailleurs n'apportait aucune concession. Le divan tacha d'effrayer Bousbecques ; on le menaça d'avoir le nez et les oreilles coupés ; le sultan refusa de le recevoir ; on le retint presqu'en captivité dans son logement, puisque ses fenêtres étaient murées du côté de la rue et que ni lui ni ses gens ne pouvaient sortir ni recevoir de visiteurs. Le traducteur des lettres d'Auger de Bousbecques, l'abbé de Foy, usant librement du texte en cet endroit, a parlé d'une étroite prison, ce qui a fait penser faussement à quelques biographes que notre ambassadeur avait été enfermé aux Sept-Tours.

Ferdinand conservait cependant quelque espoir, il comptait obtenir la paix, si l'empereur et son alliée en ce moment, la reine d'Angleterre, Marie Tudor, remettaient en liberté les nombreux prisonniers Turcs qu'ils avaient faits dans les dernières guerres d'Afrique. Il était d'ailleurs débarrassé des luttes intérieures avec les protestants par suite de l'acceptation du Recez d'Aus-

bourg, garantie de libertés qu'ils réclamaient depuis longtemps ; il était donc maître de toutes ses forces.

Mais quand les échecs du duc d'Albe, en Italie, eurent engagé Charles-Quint, son maître, à traiter avec la France (Trève de Vaucelles, 5 février 1556), Ferdinand s'y trouva oublié par son frère, comme le sultan par son allié, Henri II.

On leur allégua la nécessité où l'on s'était trouvé de traiter rapidement pour hâter l'abdication de Charles-Quint, qui voulait assurer la succession de l'Empire à son frère Ferdinand, et qui craignait que les électeurs ne portassent leurs votes sur une autre tête, s'ils avaient eu connaissance d'un traité entre l'Autriche et les infidèles. Charles-Quint abdiqua en effet l'empire la même année (25 octobre 1556).

Soliman ne songeait point à profiter de cette paix. Il avait fait partir une armée pour la Hongrie, que le comte Petrovisch avait soulevée et qui était retournée en partie sous l'autorité d'Isabelle et de son fils. Il s'agissait de seconder et de consolider ce mouvement en le tournant au profit de la Turquie. Les troupes envoyées dans ce but étaient commandées par Aly (Haly, Khadim-Ali-Pacha, Khadim signifie eunuque). Cet homme de guerre, le plus remarquable qu'eut alors l'Empire Ottoman, avait été longtemps gouverneur d'Ofen. Disgracié naguères, après l'échec des Turcs devant Agria, il se distingua tellement dans la guerre de Perse qu'on lui rendit le pachalick d'Ofen en le chargeant de soumettre toute la Hongrie. Il partit avec de grandes forces ; il vit auparavant, pour chercher à les intimider, les ambassadeurs de Ferdinand.

Mais après quelques succès, entre autres la prise de Szigeth, il se trouva arrêté devant le château de cette ville ; il en quitta le siége pour aller combattre l'armée hongroise et allemande, qui venait au secours des assiégés (mai 1556). Attaqué dans de mauvaises positions, Aly dut reculer avec de grandes pertes jusqu'à Bude. Désespéré en considérant les revers d'une entre-

prise si pompeusement annoncée, il tomba dans le découragement et mourut peu après (1557).

Bousbecques fait honneur de ces succès de l'Autriche à l'un des fils de Ferdinand, mais De Hammer n'en dit rien.

Pendant ce temps la France sollicitait encore le concours de la Turquie. La guerre s'était rallumée en Europe. Les Guise, déjà tout puissants par eux-mêmes et appuyés par Diane de Poitiers, prétendaient attaquer en Italie. Philippe II, le fils et le successeur de Charles-Quint sur le trône d'Espagne, pour détruire la domination de cette dernière puissance au-delà des Alpes. Le pape Paul IV, ennemi personnel de Philippe II, était prêt à les aider dans ce but.

On sollicitait donc encore les secours de Soliman et l'envoi d'une de ces flottes turques qui avaient si souvent effrayé la Méditerranée.

Mais le sultan hésitait, il prétendait voir clair dans les prétentions des Guise. Suivant lui, l'un d'eux, le cardinal, espérait succéder à Paul IV, l'autre comptait faire valoir sur Naples les droits de la maison d'Anjou dont la maison de Lorraine se prétendait héritière. Or l'idée de voir deux protégés de la France dans la péninsule d'Italie, si près de lui, inquiétait le sultan. Cependant, exaspéré par les revers d'Aly, il pensait à reprendre la lutte contre l'Espagne et l'Autriche, quand on apprit les succès du duc d'Albe, qui avait surpris le pape avant qu'il eût pu recevoir les secours de la France et l'avait forcé à signer une trève. Bientôt après Philibert Emmanuel de Savoie entra dans le nord de notre pays, dégarni de troupes et nous fit subir la désastreuse défaite de Saint-Quentin (10 avril 1557) (Charrière).

Tous ces événements semblaient, en irritant les esprits, éloigner les espérances de paix. Les collègues de Bousbecques, Zay et Wranz, se firent rappeler et partirent pour Vienne, porteurs d'une lettre qui accordait cependant une trève, mais

dans laquelle le sultan réclamait encore Szigeth. Quant à Auger, il demanda à les accompagner, sans désirer toutefois que sa demande lui fût accordée; prévoyant les embarras que la Turquie allait rencontrer, il ne désespérait pas encore de la paix, mais il voulait paraître ne s'en point soucier. Il savait que l'habile Roustam ne le laisserait point partir au moment où surgissaient de nouvelles complications, il voulait se faire retenir et laisser penser que son souverain ne craignait pas la guerre.

La première des chances sur lesquelles il comptait ne tarda point à se réaliser, c'est que la France traitât avec l'Espagne en abandonnant la Turquie. Il en fut ainsi quand la paix se conclut au Câteau-Cambrésis (1559). Soliman en conserva de profonds ressentiments. Que les puissances européennes, fatiguées de longues guerres, eussent voulu mettre fin à leurs divisions, ce n'était point là ce qui l'irritait, c'est qu'il n'eût pas été compris dans le traité, comme il avait fait comprendre la France dans celui qu'il avait conclu avec Charles et Ferdinand en 1547. Les services qu'il avait rendus à notre pays l'avaient fait compter sur ce résultat: on lui avait même promis qu'on ne traiterait qu'autant que l'Espagne laisserait aux Tripolitains, l'île de Zerbi, poste important sur les côtes d'Afrique. Mais lorsque nos rois signaient un traité avec des puissances chrétiennes, il leur coûtait de s'avouer l'allié des infidèles; on oubliait alors les services rendus. On peut voir dans l'ouvrage de M. Charrière qu'en général la France se montra peu reconnaissante de ce qui avait été fait pour elle par les Turcs.

Il était naturel que le sultan s'éloignât de nous, en même temps il devait concevoir quelque intérêt pour Ferdinand, qui n'avait été compris dans le traité que pour y être sacrifié, car on enlevait à ce prince, devenu empereur par suite de l'abdication de son frère, les trois évêchés que l'on donnait à la France, presque sans compensation.

La reine Isabelle venait de mourir (15 septembre 1558); mais

cet événement ne pouvait rien changer à l'état des choses en Hongrie ; les hostilités y étaient continuelles, les trèves toujours rompues.

De plus grandes difficultés d'ailleurs occupaient la Turquie, et c'est sur celles-là principalement que comptait Bousbecques. Nous avons vu Bajazet, l'un des fils de Soliman, déjà compromis dans une conspiration et sauvé par le secours de sa mère, Roxelane. Lorsque celle-ci fut morte (12 avril 1558), ce jeune prince, sentant son appui perdu, craignant d'être la victime de son frère Selim, ou tenté par l'ambition, reprit ses intrigues. On prétend même qu'il y aurait été entraîné par la perfidie de l'ancien gouverneur des deux princes, Lala-Moustapha qui, d'accord avec Sélim, le poussait par lettres à la révolte pour le perdre. En cela Lala-Moustapha, ami et disciple du vizir Ahmed étranglé pour faire place à Roustam, obéissait à des désirs de vengeance contre ce dernier qui protégeait Bajazet ; il espérait sans doute le perdre en même temps (Hammer).

Ces deux frères étaient donc sans cesse en hostilité ; pour y remédier, Soliman voulut mettre plus de distance entre leurs gouvernements, et leur en assigna de nouveaux ; Bajazet, soupçonnant un piége dans cet ordre, refusa d'obéir.

Suivant De Hammer, Bajazet était l'aîné de Selim, mais dans ce cas, on ne voit pas pourquoi il aurait redouté son frère et se serait mis en révolte. Bousbecques, qui en fait le puîné, semble mieux expliquer la situation. Ce qui est certain, c'est que le caractère sérieux et studieux de Bajazet l'avait d'abord rendu suspect aux troupes, mais quand elles purent apprécier sa résolution, son activité, son courage, elles se passionnèrent pour lui.

Il refusa donc d'obéir, prit les armes, s'avança contre son frère qui s'était d'abord mis en marche pour se rendre dans le nouveau gouvernement à lui assigné. Mais Sélim apprenant que Bajazet n'en faisait pas autant changea de direction. Il était à

craindre que celui-ci ne marchât sur Constantinople et ne cherchât à surprendre cette ville, en ébranlant la fidélité des Janissaires fatigués d'un long règne. La position était périlleuse, on redoutait à chaque instant une révolte de l'armée, nos ambassadeurs s'attendaient sans cesse à voir la lutte, le pillage dans les rues de la capitale (Charrière). Chose étrange, Busbecques qui raconte longuement la révolte de Bajazet, ne dit rien de ces inquiétudes.

Sélim accourut donc à Burse (Prusa, Prout? en Anatolie) pour barrer à son frère la route de Constantinople, mais celui-ci ne voulait point tenter ce coup hardi. Il pensait à passer en Syrie, et de là en Egypte. Ce pays, mécontent depuis la soumission des Mamelucks, mal gardé, pouvait lui offrir un refuge où il serait indépendant et pourrait menacer sans cesse la Turquie. Sélim vint encore lui barrer la route à Iconium (Konieh). Les armées des deux frères s'y livrèrent bataille le 30 mai 1559. Bajazet y fut vaincu après une brillante résistance.

Il se retira à Amasie et sollicita le pardon de son père, mais des amis qu'il avait conservés au sérail, lui conseillèrent de ne pas se fier aux promesses qui lui seraient faites; il s'enfuit alors en Perse.

Nous avons dit plus haut qu'Elcaz Mirza, le frère du shah de Perse, Thamasp Ier, avait été bien accueilli à la cour de Soliman lorsqu'il avait été obligé de fuir à la suite d'une révolte malheureuse. Le sultan avait même pris les armes en sa faveur et fait la guerre à la Perse. Il avait donc à craindre que le shah ne lui rendît la pareille. En effet, Bajazet fut reçu par celui-ci avec beaucoup de témoignages d'amitié. Il était là redoutable pour la Turquie; sur la frontière, dans un pays ennemi, il pouvait au moment où il le croirait bon, faire de nouveau valoir ses prétentions. L'Espagne avait dans cette cour des envoyés qui exploitaient contre Soliman cet état de choses : les rancunes de Bajazet, les ressentiments du shah.

Auger de Bousbecques qui voyait le sultan abandonné de la France et assailli de ces difficultés, jugeait le moment propice à la paix; on le ménageait, on le fit même appeler en toute liberté au camp que Soliman avait fait dresser à Scutari, sur la rive asiatique du Bosphore pour tenir les troupes sous sa main et marcher, s'il était nécessaire, au secours de Sélim.

Le diplomate fit part de ces circonstances à son gouvernement et Ferdinand adressa un nouvel envoyé à La Porte. C'était Albert de Wyss chargé de présents et porteur de quatre projets différents de traités. Le plus exigeant réclamait la ville de Dotis; le plus facile se contentait de l'état actuel des possessions respectives. Bousbecques ne se hasarda à remettre que le dernier.

Soliman, pour montrer à ses soldats que les princes d'Europe recherchaient son alliance, reçut de Wyss avec une certaine pompe au milieu de son camp, mais ne s'en montra guères plus enclin à la paix.

D'ailleurs Bousbecques avait ordre de repousser comme contraire à l'honneur la demande en restitution de Szigeth, portée par Wranz et Zay; il n'offrait donc point les satisfactions exigées par la Porte pour la conclusion d'un traité.

La retraite de Bajazet chez les Perses était un danger, pour la Turquie, il est vrai, mais non point un danger imminent; rien ne pressait Soliman, il attendit; Bousbecques en souffrit et fut de nouveau traité avec rigueur; la peste qui sévissait depuis quelques années à Constantinople rendit sa réclusion plus dangereuse; il sollicita la faculté de sortir momentanément de ce foyer d'épidémie; il ne put l'obtenir. Il perdit ainsi plusieurs personnes de sa maison, en particulier son savant médecin: Guil. Quackelbeen (Quacquelbenus), ami dévoué, conseiller prudent, compagnon d'études instruit et habile.

Nos ambassadeurs étaient pour beaucoup dans ces rigueurs exercées contre Bousbecques. Ils faisaient usage contre lui d'une accusation habile, ils expliquaient au divan que notre compa-

triote, né dans les Pays-Bas où se trouvaient encore son château et ses biens, devait être très-porté à servir l'Espagne, bien qu'il fût directement attaché à la cour de Ferdinand.

Ces imputations prirent plus de gravité lorsque Charles-Quint ayant abdiqué laissa à ce dernier ses possessions d'Allemagne et son titre d'empereur, tandis qu'il laissait à son fils Philippe II l'Espagne et les Pays-Bas, de sorte que Bousbecques, ambassadeur de Ferdinand, était le sujet de Philippe. Profitant de cette fausse position, nos envoyés l'accusaient d'obtenir communication des secrets du divan, par le premier drogman : Ibrahim Strotschenn (Strazzeni, Strozeni) renégat, polonais d'origine, et de les livrer à l'Espagne avec laquelle la Turquie était alors en guerre.

Ces accusations étaient-elles fondées? Il est difficile de le savoir aujourd'hui, mais Auger ne dissimule pas ses relations amicales avec Ibrahim; elles parurent assez inquiétantes au divan pour motiver de nouvelles rigueurs contre l'ambassadeur autrichien et pour faire prononcer la destitution du drogman.

Le représentant de la France qui faisait alors une si rude guerre à Bousbecques était un homme plus estimable que ceux qui l'avaient précédé, et chez lequel on aime à retrouver les qualités de notre caractère national. Plein de courage et d'indépendance, hardi de langage, De La Vigne avait seul son franc-parler dans cette cour. Il ne ménageait pas même le grand-vizir Roustam devant lequel tous tremblaient, et qui en était venu à l'éviter.

Lorsque la paix eut été conclue, comme nous venons de le dire, entre la France et l'Espagne, de La Vigne se montra généreux et sans rancune. Dans une audience de congé, il sollicita et il obtint du sultan, au nom du roi très-chrétien, son maître, la liberté de treize captifs allemands, flamands et espagnols qui avaient été pris dans un pèlerinage à Jérusalem, en représailles des maux causés à la Syrie peu de temps auparavant par les

chevaliers de Malte. Bousbecques avait vainement sollicité leur délivrance. Le bailli de Venise avait jugé impossible de l'obtenir, bien que les pèlerins voyageassent sur un vaisseau et avec un passeport de cette république, ce qui ne l'empêcha pas plus tard de chercher à se faire honneur de leur mise en liberté. Bousbecques, avec plus de franchise, reconnaît qu'elle était due tout entière à l'influence de la France et au caractère de notre ambassadeur.

VIII.

Succès de la Turquie. — Victoire de Zerbi. — Bajazet livré. — Aly succède à Roustam et protége Bousbecques. — 1559-1562.

Vers le même temps les Turcs eurent un nouveau succès. Lorsque Charles-Quint donna Malte aux chevaliers chassés de Rhodes, il leur donna aussi Tripoli dont il venait de s'emparer. Les établir sur cette côte barbaresque pour en fermer les ports aux Turcs était une bonne politique, mais le terrible corsaire Dragut leur reprit ce poste important en 1551.

Les Espagnols pour le reprendre à leur tour formèrent une ligue de Malte, du Pape, de Gênes, de Florence, de la Sicile et de Naples. Ces deux derniers pays leur étaient soumis, mais avec de grandes franchises. La France prétexta les guerres de religion qui la désolaient pour ne point s'armer contre son alliée.

L'expédition chrétienne s'empara d'abord de l'île de Zerbi (Meninge des anciens, Gerbas, Dsherbe, Djerbé, Gerbes, Zerbi, Serbi), poste excellent sur la côte d'Afrique entre Tunis et Tripoli, d'où ils pouvaient surveiller de près et contenir les états Barbaresques, ainsi que les flottes turques. Dragut (Torghud) fut forcé d'abandonner ces parages et de se réfugier plus loin. On voit dès cette guerre se produire un fait particulier qui nous

est encore très-avantageux aujourd'hui; les chefs arabes ou indigènes accueillent les chrétiens, leur fournissent des indications, des vivres, des secours en haine des Turcs.

Soliman envoya à l'aide des états Barbaresques une flotte commandée par le Capitan-Pacha (Kapudan-Pacha) Pialé ou Piali, croate d'origine qui avait épousé la seconde fille de Sélim. Un moment retenu par la saison orageuse, cet amiral surprit les forces chrétiennes mal gardées et mal postées dans une passe, les battit, détruisit et prit beaucoup de vaisseaux, (8 mai 1560). Après que Dragut l'eut rejoint, il s'empara de la ville et de l'île, qui se défendirent cependant héroïquement, et ramena en triomphe à Constantinople (27 septembre 1560) la flotte démâtée ainsi que de nombreux prisonniers parmi lesquels on remarquait Don Alvar de Sande (Sandæus), chef des troupes de terre qui défendaient le fort de Zerbi, Don Sanche de Leyva, commandant de la flotte napolitaine, et Don Bellanger de Requeenes (Don Bérenger de Requesens?) commandant de la flotte sicilienne. Il y avait encore d'autres prisonniers illustres; on accusa même Piali d'en avoir dissimulé pour s'approprier leur rançon, et malgré sa victoire il passa quelque temps en disgrâce avant que son beau-père Sélim pût obtenir son pardon.

A l'enthousiasme qu'inspira ce succès Bousbecques comprit que la paix était compromise, mais la mort de Roustam (8 ou 9 juillet 1560) lui rendit quelque espoir.

Ce premier visir fut remplacé par le second: Aly, (Hally écrit Bousbecques) surnommé Semis, c'est-à-dire le gros, Dalmate d'origine. Il ne faut pas confondre celui-ci avec l'eunuque du même nom, Épirote, que nous avons vu plus haut à la tête des armées de Soliman.

Ce nouveau ministre, homme éclairé, prudent, humain, désireux de ménager à son maître une paisible vieillesse, souhaitait la paix et se mit aussitôt à en préparer les voies. Il

aimait les Européens et en particulier Bousbecques, qui sut le flatter et exciter la rancune qu'il avait contre les Français. Un chef de notre flotte, le prieur de Capoue, avait capturé un navire appartenant à ce pacha, qui n'avait pu obtenir aucune indemnité. Cette maladresse de notre gouvernement fut exploitée par Bousbecques. Celui-ci obtint d'abord l'autorisation de se retirer dans l'île des Princes (Principo) renommée pour sa salubrité. Mais les pachas se plaignirent de cette condescendance que Roustam n'avait pas eue, ils accusèrent l'ambassadeur de chercher à s'enfuir, bien qu'on lui eût donné une garde nombreuse qui ne le quittait pas. Pour faire taire ces bruits, il rentra à Constantinople après quelques mois.

La retraite de Bajazet en Perse était toujours la grande préoccupation du divan. Des négociations incessantes avaient lieu à ce sujet. Des ambassadeurs d'un rang considérable étaient envoyés de part et d'autre. La Perse affectait de vouloir réconcilier le père et le fils; elle feignait de vouloir obtenir de Soliman un gouvernement voisin de ses propres frontières et dans lequel Bajazet n'eût rien à craindre; il était même question de marier une fille du shah à un fils de Sélim. Peut-être fut-on de bonne foi d'abord, mais il y a tant de trahisons dans cette affaire qu'on peut en douter. La Turquie, de son côté, affichait le plus grand respect pour la liberté de ses voisins, demandait seulement qu'on n'encourageât point la désobéissance d'un fils; rien de tout cela n'était sincère.

Soliman était très-irrité et faisait de grands préparatifs de guerre, mais son armée n'était pas sûre et la désertion y était telle qu'on voyait des cavaliers rentrer ostensiblement à Constantinople.

La Perse avait d'autres soucis. Le shah Thamasp après une jeunesse brillante était à juste titre tombé dans la déconsidération. Bajazet arrivait chez lui entouré de prestige, suivi d'une armée petite, mais aguerrie et valeureuse, ne pouvait-il pas

chercher à supplanter le souverain? Un de ses plus braves officiers, Ferhad-Kodos le lui proposa, dit-on, dans une grande revue.

On chercha dès lors à gagner ses serviteurs; sous divers prétextes, on dissémina ses soldats, on les séduisit ou on les détruisit; il le sut et fit décapiter un de ses familiers dont il soupçonnait la trahison. Les autres effrayés passèrent au service du shah et confirmèrent celui-ci dans les appréhensions qu'il avait conçues. Ces bruits grandissant, une émeute excitée, peut-être, par l'autorité, éclata contre l'étranger hérétique. Sous prétexte de protéger la vie de Bajazet, on le mit en lieu sûr, (12 février 1560) puis les négociations avec la Turquie reprirent leur cours (Hammer).

Elles aboutirent enfin d'une façon honteuse, mais qui ne pouvait faire doute. Le shah n'avait plus d'intérêt, après de pareils soupçons, à laisser son hôte en vie. Le livrer à son père, qui l'épargnerait peut-être encore, c'était conserver un ennemi irréconciliable et cet ennemi pouvait arriver au pouvoir, si son frère mourait avant lui. Au contraire en le livrant à celui-ci, on se faisait un allié de cet héritier présomptif; puis en agissant ainsi Thamasp prétendait ne pas violer la parole qu'il avait donnée à Bajazet de ne jamais le livrer à son père. Il l'abandonna donc aux envoyés de Selim qui l'étranglèrent dans sa prison. (25 septembre 1561). [1]

Une somme qui était censée représenter les dépenses occasionnées à la Perse par le séjour de ce prince fut le prix déterminant de ce marché.

[1] Telle est du moins la date que donne De Hammer et tous les historiens; une lettre de l'ambassadeur français De Petremol, à la date du 30 août 1562, dit cependant que le sultan traite avec l'Autriche, par l'intermédiaire de Bousbecques, parce qu'il est inquiet du côté de la Perse qui ne veut pas lui livrer Bajazet (Charrière).

Les fils de Bajazet eurent le même sort que lui. Il y a là un exemple saillant de ce respect de la fatalité que Montesquieu nous signalait. Bajazet avait laissé en fuyant son plus jeune enfant. Soliman le fit élever avec soin ne sachant pas si le sort ne se déciderait pas en faveur de son père; mais celui-ci mort, il fit égorger le fils comme condamné par le destin.

IX.

Traité de paix. — Conditions. — Ratification. — 1562.

Pendant que ces négociations se poursuivaient avec la Perse, d'autres arrivaient à maturité entre Bousbecques et Ali. Tant que Bajazet fut en révolte ouverte ou tant qu'il fut reçu chez un peuple rival, Soliman dut désirer la paix; car, si le shah le savait tenu en Hongrie, il pouvait en profiter pour l'attaquer par-derrière. La question de la Transylvanie avait cessé de présenter autant de difficultés depuis que les Turcs avaient fait annuler les traités de la veuve et du fils de Zapoly avec Ferdinand. Ils avaient recouvré leur prépondérance dans ce pays et la force des armes les avait seule arrêtés devant Szigeth.

Tout le Divan, Aly en particulier, comprenait l'utilité de la paix. On craignait qu'il ne fût difficile d'assurer la succession du sultan, s'il venait à mourir hors de Constantinople. Roxelane et Roustam avaient mis dans presque tous les emplois leurs créatures favorables à Bajazet; on avait donc à craindre de grands changements à l'avénement de Sélim. La guerre ne pouvait que hâter et compliquer ce moment redouté.

Cependant au dernier instant des difficultés nouvelles faillirent tout compromettre. Les hostilités particulières avaient partout repris en Hongrie et en Transylvanie; on prétendait même que Ferdinand en personne avait assisté à la prise de deux

villes (Charrière), mais enfin les corps Turcs eurent le dessus et ces difficultés s'applanirent.

En même temps un Grec, du nom de Jacques, qui avait pris en Servie le parti de l'Empire, se jeta sur la Moldavie, gagna les soldats d'Alexandre, souverain de ce pays, et le chassa. Ferdinand parvint à faire croire que tout ceci avait eu lieu sans son autorisation.

Enfin plus tard des seigneurs Transylvains quittèrent le service du jeune roi pour passer à celui de l'Empereur. Aly pressé de conclure la paix étouffa cette affaire, laissant à l'Autriche ces seigneurs et leurs biens.

Voici les conditions du traité d'après les lettres de créance de l'envoyé Turc qui accompagna Bousbecques.

Trève (induciæ) de huit ans, chacun garde ses possessions, suspension des hostilités publiques ou privées sur les frontières, restitution de ce qui pourrait être pris par les particuliers, remise des transfuges, délivrance mutuelle des prisonniers, liberté des ambassadeurs. Pour arrhes de ces conventions l'Empereur payera au sultan trente mille écus hongrois annuellement. Les contractants s'engagent pour tous ceux qui sont sous leur autorité.

Ce traité, on le voit, déguisait sous le nom d'arrhes la honte du tribut; quelque peu avantageux qu'il fût, il convenait beaucoup à Ferdinand qui n'était pas en mesure de faire la guerre à la Turquie et il valut à Bousbecques les témoignages les plus flatteurs.

Celui-ci obtint en même temps du sultan, en échange de cent-cinquante prisonniers Turcs, la liberté des captifs importants faits devant Zerbi. La France l'avait en vain fait demander plusieurs fois par ses ambassadeurs. La reine-mere, Catherine de Médicis, régente du royaume pendant la minorité de son fils Charles IX avait même envoyé un de ses parents, Salviati, dans ce seul but. L'Espagne reprochait à cette reine de protéger les

protestants ; c'était le moment de tolérance dû à L'Hôpital. Pour conserver cependant l'alliance de cette puissance, Catherine voulait lui offrir ces prisonniers délivrés par ses soins. Mais le sultan le comprit, et peu soucieux d'être agréable à l'Espagne, son ennemie ou à la France, son infidèle amie, il préféra pour que son intention fût plus claire, remettre ces captifs à Ferdinand. Bousbecques prévenu secrètement par Ibrahim Strozzeni qui était rentré en faveur depuis que l'influence française diminuait, fit au nom de son maître la demande de délivrance et l'obtint. Nos ambassadeurs et notre gouvernement furent très-blessés ; ils cherchèrent même vainement et ridiculement à s'attribuer l'honneur de cette mise en liberté (Bousbecques, Charrière).

Le gouvernement turc fit des cadeaux à Auger de Bousbecques lors de son départ, mais ne lui offrit point le dîner que d'usage le Divan donne aux ambassadeurs qui ont obtenu la paix.

C'est que, craignant d'être desservi près de son maître, « comme il arrive souvent à la cour » notre compatriote ne voulut pas conclure définitivement le traité, mais réserva au souverain le droit de le ratifier.

On lui adjoignit en conséquence Ibrahim Strozzeni, qui porta l'acte à Vienne. L'empereur n'était point dans cette ville, mais à Francfort, où l'on couronnait roi des Romains son fils Maximilien. On ne voulut point d'abord laisser parcourir l'Allemagne à l'envoyé Turc ; mais le sultan en manifesta son mécontentement, et Bousbecques démontra qu'il valait mieux au contraire rendre Strozzeni témoin de la splendeur dont Francfort était alors le théâtre. On leur ouvrit en conséquence, par une dérogation spéciale, les portes de cette ville, qui sont ordinairement fermées pendant deux jours. On affecta de leur montrer dans la foule considérable des seigneurs trois simples ducs dont chacun pouvait lever une armée : le duc de Bavière, le duc de Saxe et le duc de Juliers, dont les états avaient pris une importance des plus grandes.

Ibrahim présenta le traité, les dons qu'il apportait et une note relative à la réclamation du tribut arriéré ainsi que des prisonniers faits à la Turquie. On promit de rechercher ceux-ci, on passa l'arriéré sous silence ; on ratifia le traité dont on fit rectifier l'exemplaire turc sur l'exemplaire latin, puis on renvoya Ibrahim avec des présents [1].

Ainsi se termina la mission diplomatique confiée à Auger de Bousbecques ; elle n'eut pas grand résultat immédiat ; la paix qu'il avait fait conclure ne fut pas de longue durée. Les hostilités particulières ne cessèrent point en Hongrie et reprirent même quelques années plus tard une nouvelle vigueur.

Les Turcs s'étaient enfin décidés à attaquer les chevaliers de Malte dans leur île même; mais ceux-ci, soutenus par l'Espagne, déployèrent un héroïsme célèbre. L'armée ottomane, commandée par des chefs divisés entre eux, perdit Dragut; échoua dans tous ses efforts et fut obligée de lever le siége le 21 septembre 1565.

Profitant de cette diversion, les Hongrois firent des courses heureuses sur les terres qui avaient été conquises par les Turcs. Le nouvel empereur Maximilien, qui avait succédé à Ferdinand, son père (1564), envoya inutilement une ambassade chargée d'offrir une excuse et des présents ; Soliman irrité de la rupture de la trève et surtout de son échec devant Malte, voulut prendre sa revanche sur les chrétiens. D'ailleurs, Aly si favorable aux Européens était mort (28 juin 1565) et avait été remplacé par Mohammed-Sokoly, auparavant second visir, nature ardente et belliqueuse. Le sultan se mit lui-même à la tête de son armée, entra en Hongrie et mourut bientôt après au siége de Szigeth (5 ou 6 juin 1566).

[1] Il fut ratifié à Prague, disent tous les historiens, sans en donner la raison. On attribue généralement pour date à cette ratification le premier juin 1562, mais les lettres de Bousbecques pourraient faire douter de l'exactitude de cette indication.

Le règne de Soliman et celui de Sélim II, son successeur, furent des plus brillants pour la Turquie, et pourtant c'est à partir de cette époque que cette puissance cesse de faire des progrès sensibles. Bousbecques, qui considère cependant l'empire ottoman comme très-redoutable pour l'avenir de l'Europe ne peut s'empêcher de constater ce fait lorsqu'il loue Ferdinand de n'avoir pas cherché les combats avec les faibles ressources dont il disposait. Il montre que Soliman, malgré sa grande puissance, n'a pu accomplir son vœu favori, prendre Vienne, et ne s'est guère avancé en Hongrie.

Sous Sélim, après la conquête de Chypre sur les Vénitiens (1570), vint la défaite de Lépante (1571), qui abattit le prestige du nom Ottoman. Mais tout en déclinant, cette puissance fut longtemps encore redoutable pour l'Allemagne, et l'on put croire les sinistres prévisions d'Auger prêtes à se réaliser quand au siècle suivant Vienne fut assiégée par Kara-Mustapha, le célèbre grand visir de Mahomet IV (1683). On sait comment cette capitale fut alors sauvée par Jean Sobieski, et l'on ne peut passer sur ces événements sans remarquer comment l'Autriche récompensa les peuples auxquels elle dut successivement son salut : Bohême, Hongrie et Pologne.

X.

Lettres de Bousbecques. — Esprit dans lequel elles sont conçues. — Leur mérite.

Si l'ambassade de Bousbecques eut peu de résultats politiques, on ne peut point le lui imputer ; peut-être, s'il fût resté à Constantinople, eût-il encore évité la guerre, comme il l'avait fait tant de fois pendant son séjour. Du moins il rendit à l'Europe le service de lui faire mieux connaître la Turquie, ses forces et

ses ressources, comme aussi les causes d'affaiblissement qu'elle portait en elle-même. Mais cette mission profita surtout à la science. On peut en juger par les quatre lettres très-étendues qu'il a écrites sur son voyage. A peine y trouve-t-on, comme nous l'avons dit, de courtes indications diplomatiques, que nous avons dû compléter sans cesse en puisant à d'autres sources. Au contraire il abonde en détails sur tout ce qui touche aux connaissances humaines : peuples, coutumes, traditions, langage, animaux, plantes, antiquités, médailles, manuscrits, œuvres d'art et d'industrie; dès qu'il arrive en un lieu, il cherche, observe, décrit tout; il achète ce qu'il peut se procurer, soit pour ses collections particulières, que l'on admira longtemps, soit pour les collections publiques qu'il enrichit considérablement. Il poussa si loin cette curiosité scientifique qu'il fit déterrer le squelette d'une girafe morte avant son arrivée à Constantinople; il envoya un médecin en Grèce, étudier la récolte du baume; il emmena un peintre pour reproduire ce qu'il ne pouvait emporter. Nous avons dit en commençant combien on lui devait de plantes précieuses, d'antiquités rares, de manuscrits estimés. Chacun de ces sujets mériterait une analyse, mais c'est hors de notre plan; nous avons voulu montrer seulement quel intérêt règne dans ses lettres. Elles n'ont qu'un défaut, c'est d'être trop étendues, sans division, de sorte que l'auteur n'a pu réussir à disposer d'une façon suivie les différents objets qui les composent. Mais cette imperfection est rachetée par la lucidité, l'harmonie, la facilité, la grâce du style et surtout une élégance qui indique l'écrivain nourri des meilleurs modèles de l'antiquité. Certains passages, l'exécution de Mustapha, par exemple, et celle de Bajazet, sont racontés sous une forme dramatique et oratoire, qui semble un pastiche des grands historiens latins. Certainement si Auger de Bousbecques n'eût pas adopté cette langue morte, trop peu étudiée de nos jours, il serait encore l'un des auteurs qu'on lirait le plus, car les détails

personnels et familiers ont eux-mêmes leur intérêt sous sa plume. Son goût pour l'antiquité est du reste si grand qu'on le voit, lui chrétien, regretter l'esclavage tel qu'il était réglé à Rome. Il avait été frappé de la misère des pauvres, de la difficulté qu'ils ont de conserver leur liberté dans l'indigence, ce qui ne convient, dit-il, qu'aux fortes natures; en même temps il avait fait une étude approfondie de la législation des dernières époques de l'empire, qui est pleine de sollicitude et de garanties pour l'esclave. C'est ce qui a dû l'entraîner dans cette erreur regrettable, car, d'ordinaire, ses principes sont justes et généreux, ses appréciations morales des hommes et des institutions sont pleines d'humanité. Lorsqu'il explique, par exemple, pourquoi il continue à engager sa caution pour le rachat des captifs malgré les railleries dont sa bonne foi est l'objet et malgré les mécomptes dont elle peut être accablée, il s'exprime avec une grandeur d'âme remarquable.

Une observation qui frappe en lisant ces lettres, c'est qu'Auger de Bousbecques a presque toujours soutenu des intérêts contraires à ceux de notre patrie; on ne peut donc réclamer bien légitimement son illustration pour la France; aussi est-ce plutôt une gloire locale qu'une gloire nationale.

Cependant nous pouvons dire que, comme nos pères, Auger avait l'esprit français. La clarté, l'enjouement, la raillerie fine et l'expression franche de ses lettres en font foi ; il sut rendre agréables les matières les plus sérieuses et répandre du charme sur les sujets les plus ardus. Le célèbre historien De Thou, qui fut son ami, raconte que plus tard, quand Bousbecques eut été chargé d'une mission en France, il s'y plut tellement, malgré les troubles de la Ligue, qu'il y acheta des biens et résolut de s'y fixer. Les circonstances, les chances de la politique ont pu seules séparer la Flandre de notre grande nation qui l'avait jadis comprise dans son sein, qui devait l'y comprendre encore de nouveau.

Note bibliographique sur les sources de cette étude.

La première consiste naturellement dans les lettres d'Auger de Bousbecques. Elles sont au nombre de quatre, adressées à Micault, seigneur d'Indeveld, membre du conseil secret du roi des Romains. Ce personnage était envoyé en Portugal dans le temps que Bousbecques se trouvait en Turquie, ils étaient convenus d'échanger leurs observations sur les pays qu'ils visitaient.

La première lettre de notre auteur est datée de Vienne, commencement de septembre 1555 et non 1554 comme certaines éditions le portent par erreur. Bayle, dans son Dictionnaire historique a très-bien montré qu'Auger déclare avoir reçu les lettres qui l'appelaient à Vienne, le 3 novembre, lorsqu'il revenait d'assister aux noces de Philippe II et de Marie Tudor, lesquelles noces eurent lieu le 25 juillet 1564. Le nouvel ambassadeur n'est arrivé à Constantinople que le 20 janvier de l'année suivante, et ce n'est qu'à son retour à Vienne qu'il a écrit sa première lettre. Par la même raison, la seconde, datée de Constantinople 1555, dans les mêmes éditions doit être reportée à 1556. La troisième est bien de Constantinople, commencement de juin 1560, et la quatrième de Francfort, 16 décembre 1562.

Les deux premières furent publiées sans le consentement de l'auteur, par L. Carrion, Anvers, Chr. Plantin, 1581, d'après Foppens, 1582 d'après la notice de l'édition Elzevier, sous ce titre : Itinera Constantinopolitanum et Amasianum et De Re militari contra Turcos instituenda consilium. Une seconde édition suivit celle-ci également à Anvers.

Les quatre lettres furent ensuite réunies. On en cite une édition de Paris, 1589, in-8°, 1590 ou 1591 suivant d'autres : Legationis Turcicæ epistolæ quatuor. Celle-ci a dû être faite sous

les yeux de Bousbecques, qui se trouvait alors à Paris chargé d'une mission.

Foppens en cite une encore, Francfort, 1591.

Sadeler en dédia une à Ferdinand II. Munich, 1620, in-12.

Il y en avait eu une antérieurement à Hanovre, typis Wechel apud Cl. Marnium, 1605, in-8°.

Ce ne sont sans doute pas les seules.

On trouve ensuite ces lettres réunies aux dernières œuvres du même auteur dans les éditions qui ont la prétention d'embrasser tout ce qu'il a fait.

D'abord celle d'Elzevier, si jolie d'aspect: A. Gislenii Busbequii omnia quæ extant. Lugd. Batavorum ex officina Elzeviriana. Anno 1633, in-24. Les mêmes imprimeurs la reproduisirent moins belle : Amsterdam 1660, in-24.

Foppens en cite une d'Oxford, apud Thomas Robinson, 1660, in-12.

G. Th. Graesse dans son Trésor des livres rares et précieux vante pour la correction celle de Bâle, 1740, in-8°.

Enfin, ces lettres ont été plus d'une fois traduites en français: par Gaudon. Paris, 1649.— par un auteur que les bibliographes ne nomment pas: Amsterdam 1718, petit in-12; — par l'abbé de Foy, chanoine de l'église de Meaux, Paris, 1748, 3 v. in-12, sous ce titre : Lettres du baron (sic) [1] de Busbec, traduites en français avec des notes historiques et géographiques. Cette traduction, la plus répandue, est trop négligée pour donner une idée exacte du texte.

Il existe des traductions anglaises. Londres (Travels into Turkey) 1671, in-8°, une autre Londres (Tate); une autre Glascow,

[1] Bousbecques ne fut jamais baron; sa terre ne fut érigée en baronie qu'en 1600, par Albert, gouverneur des Pays-Bas, sixième fils de Maximilien; il avait eu Bousbecques pour précepteur.

1761, in-8°; des traductions flamandes : A. Vannispen, Dordrecht, 1632, etc., etc.

Il en existe sans doute aussi en allemand.

A la suite des lettres on trouve souvent imprimée la déclamation dans laquelle Bousbecques s'est attaché à démontrer la nécessité d'organiser une force capable de résister aux Turcs : Augerii Busbequii exclamatio, sive de re militari contra Turcam instituenda consilium. Elle paraît avoir été composée à Vienne, à son premier retour de Constantinople, puisqu'elle fut publiée avec les deux premières lettres. Certains passages pourraient même faire croire qu'elle a été composée pour être prononcée en public : qui publice verbum nullum unquam fuerim .... dicendi rudis et imperitus.

Nous ne savons si cet écrit a jamais été publié isolément, mais on le trouve, comme nous l'avons dit, réuni à la première publication des premières lettres.

On trouve encore à la suite dans la plupart des éditions, le discours et les lettres de créance de l'envoyé Turc Ibrahim : Relatio sive sermo legati pacifici Ebraimi Srotschenii, nati Poloni, a Solymanno, Turcarum imperatore, ex Constantinopoli, ad Christianorum Cæsarem Ferdinandum, ejus nominis primum, destinati, apud Francofurtum Mœni coram statibus Imperii ibidem præsentibus lingua slavonica recitatus. Anno MDLXII die 27 septembris.

A la suite : Exemplar sive copia literarum creditoriarum eidem legato in causa induciarum octennalium ad Romanum imperium a Turcarum imperatore datarum.

Nous serions assez tenté d'attribuer à Auger lui-même la traduction en latin de la harangue et des lettres d'Ibrahim, elle paraît du reste peu fidèle, car on n'y retrouve guères les tournures ni les exagérations orientales.

Ces pièces sont non-seulement dans presque toutes les éditions, mais elles ont été publiées séparément. La bibliothèque

de Lille en possède un exemplaire curieux : Turcici legati Ebrahim Stroschii... 1562, sans nom ni lieu d'impression, une feuille in-4°, relié avec d'autres ouvrages, notamment le Canon pascal de l'évêque Hippolyte, commenté par Scaliger, dans un volume coté : Q. 21. Histoire.

Nous n'indiquerons en dehors des lettres de Bousbecques que deux sources parce qu'elles résument toutes les autres :

Histoire de l'Empire Ottoman, depuis son origine jusqu'à nos jours, par M. De Hammer : ce sont les livres XXXI à XXXIII inclusivement, qui traitent de l'époque qui nous occupe. Cet ouvrage, l'un des plus savants qu'ait vus naître notre siècle a été plusieurs fois traduit en français, par Hellert, Paris, 1835;— par Dochez, Paris, 1841, sur la deuxième édition allemande, dans la Collection d'histoires complètes de tous les états Européens, publiée par Parent-Desbarres; gr. in-8° à deux colonnes.

De Hammer a écrit cette histoire d'après les historiens Allemands et les Hongrois (Istuanfy en particulier), les relations Italiennes, Allemandes, Slavones des ambassadeurs et les instructions adressées à ceux-ci, telles que les unes et les autres sont conservées aux archives de Vienne, enfin, d'après les historiens Turcs (Lufti, Aali, Petschewi, Dschelalsade, Stolaksade, Abdulasis, Dschenabi, pour l'époque qui nous occupe).

La seule chose qu'il paraisse ignorer, c'est le rôle important de la France dans tout ceci.

Aussi est-il indispensable de le contrôler par les renseignements puisés dans nos archives. M. Charrière nous en a facilité les moyens, par l'ouvrage intitulé : Négociations de la France dans le Levant; 4 volumes in-4° en ont été publiés jusqu'à présent (1848-1860), dans la Collection des documents inédits relatifs à l'Histoire de France. C'est au second qu'il est question de l'ambassade de Bousbecques.

La correspondance de nos envoyés à Venise et à Constanti-

nople forme la base de ce précieux travail, mais l'auteur a en outre mis à contribution dans ses notes les recherches les plus importantes sur la période que nous venons d'étudier, les recueils déjà anciens de Ribier (Lettres et Mémoires d'Etat sous les règnes de François Ier, Henri II et François II). — Reusner (Epistolarum Turcicarum libri V) — les œuvres plus récentes et très-estimées de W. Prescott (History of the reign of Philip II). De Coxe (Histoire de la maison d'Autriche), de Lanz (correspondenz des Kaiser Karl V,—les papiers d'Etat du cardinal Granvelle, dans la Collection des documents inédits, etc., etc.

Pour se rendre compte de l'importance des observations scientifiques faites par Bousbecques dans son voyage en Orient, on peut consulter outre Mathiolus, le commentateur de Discoride. — Les Voyageurs belges ; par M. le baron de Saint-Genois ;— L'Esquisse sur les ouvrages de quelques naturalistes belges (Le premier article est consacré à notre savant), par Kickx, professeur à l'Université de Gand, dans les bulletins de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Belgique, tome V, année 1838, page 202.—Notice sur Auger de Bousbecques, par L. Heffner, docteur en médecine à Würtzbourg, dans l'annexe aux bulletins de la même Académie ; années 1853-1854, page 123.

Quant aux détails de la vie de Bousbecques, on peut consulter les préfaces des diverses éditions, notamment de l'Elzevier, le Dictionnaire historique de Bayle, et Notice sur Auger de Busbecq par M. Rouzière aîné, Lille, Imprimerie de Lefebvre-Ducrocq, 1860, in-8°.

PHILOSOPHIE RELIGIEUSE.

UNE VISITE A M. DE SCHELLING,

A BERLIN, EN 1851,

Par M. A. ESCHENAUER,

Membre résidant.

SÉANCE DU 18 JUILLET 1862.

La dernière pensée d'un grand homme sera toujours le digne objet de notre plus sérieuse attention. Il semble en effet que, recueilli vers sa dernière heure, en présence de son éternel avenir et de la postérité qui va commencer pour lui, jouissant de la plénitude de son expérience et souvent de ses facultés, l'homme de génie doive résumer mieux que jamais ou exprimer avec plus de justesse sa pensée, et nous offrir le fruit de son travail et de ses longues méditations dans toute sa maturité et sa saveur. Et plus cet homme aura exercé d'influence sur son temps, plus aussi cet héritage de son esprit ou de son cœur nous sera précieux. Sa dernière pensée devra être considérée comme un testament inviolable. C'est là en grande partie ce qui fait encore aujourd'hui le charme et le prix des entretiens d'un Socrate, par exemple, dissertant, au moment de mourir, avec ses amis sur l'immortalité de l'âme; ou, pour parler d'un souvenir plus récent, d'un Napoléon, retraçant de main de maître, au sein de son héroïque exil, les grandes conceptions de sa vie,

et s'abaissant noblement lui-même en présence de l'infinie grandeur du Rédempteur des hommes. La dernière pensée du sage explique sa philosophie toute spiritualiste ; celle du conquérant législateur donne le mot d'une carrière énigmatique et providentielle entre toutes, où toutes les extrémités de la vie se rencontrèrent.

Or c'est à ces divers titres que les dernières déclarations d'un Schelling méritent d'être soigneusement recueillies. Comme philosophe, il est l'auteur d'un système qui, depuis le commencement de ce siècle, occupe non seulement l'Allemagne méditative et pensante, mais encore tous ceux qui s'intéressent aux études philosophiques, a imprimé au mouvement des esprits une impulsion nouvelle, et marqué d'une empreinte profonde l'histoire de la pensée moderne. Son influence se fait sentir encore aujourd'hui dans tout le domaine de la littérature, même en France, dont le génie si différent pourtant de celui de l'Allemagne, est si prompt à élaborer et à réduire en syllogismes pratiques les plus hardies spéculations de la philosophie d'Outre-Rhin.

On sait en effet que le célèbre disciple de Fichte, l'ami, puis le rival de Hégel, professa pendant une longue période de sa vie, du haut de la chaire académique et dans de nombreux ouvrages débordant de science à la fois et de poésie, un panthéisme qui, confondant après les Bruno, les Spinosa, etc., le monde idéal et le monde réel, revêtit tour-à-tour deux formes distinctes; l'une, plus idéaliste, l'autre plus réaliste. On les appelle avec raison comme on a fait pour de grands peintres, — Schelling est sans contredit un des plus grands peintres de la nature, — ses deux *manières*.

Né en 1775, en Souabe (Wurtemberg), terre féconde en penseurs et en poètes, mort en 1854 à Ragaz (Suisse), il avait commencé à publier ses écrits à vingt ans ; il déposa la plume à quarante, en 1815, ne la reprit, en passant, qu'en 1834, et

se voua dès-lors aux occupations du professorat. Pendant ce temps, un travail considérable s'opéra dans son âme, et une révolution complète s'ensuivit dans sa manière de concevoir et de présenter la philosophie. Il avait annoncé, dès 1834, dans une traduction allemande des *Fragments de M. Cousin*, son intention d'exposer les principes d'une philosophie nouvelle dite *positive*, qui devait concilier les intérêts de la philosophie avec ceux de la religion révélée. Il enseigna cette doctrine depuis 1841, à l'académie de Berlin. Publiée sans son aveu, sur de simples notes recueillies pendant son cours, avant que l'auteur eût achevé son œuvre, cette philosophie n'est guère connue en France[1]. Schelling fut profondément affecté de cette indiscrétion. Recueilli dans la retraite et dans le silence pendant les dernières années de sa vie, il donna à penser qu'il travaillait à la rédaction d'un nouveau système qu'il s'était plu à appeler, et qu'on appelait après lui, *la Clef de la Philosophie*.

C'est dans ces circonstances que j'eus l'honneur de le voir, le samedi 12 juillet 1851, chez lui, dans son cabinet, sur la recommandation d'un sien ami et collègue, M. le docteur Nitzsch, aujourd'hui encore professeur à l'Université de Berlin, et justement estimé comme un des plus pieux et des plus savants théologiens de l'Allemagne. Le patriarche de la philosophie allemande me reçut avec une affabilité et une simplicité charmantes. Il avait alors soixante-seize ans et portait aisément le poids de son âge. Son aspect me frappa. Jamais je n'oublierai la belle et tranquille expression de son visage, la limpide profondeur de son œil bleu de ciel sous un large front couronné de cheveux blancs. Il me fit asseoir auprès de lui et engagea

[1] M. Mignet, que nous avons entendu, il y a peu d'années, exposer à l'Académie française, avec une lucidité d'autant plus remarquable que le sujet semblait moins la faire attendre, les idées du philosophe berlinois, membre correspondant de l'Institut, en fait à peine mention.

aussitôt l'entretien dans sa langue maternelle. Après les premières paroles d'usage et quelques informations sur les études en France, il se tut, comme pour me laisser l'occasion de l'interroger à mon tour sur les choses qui pouvaient m'intéresser. Qu'il me soit permis de retracer ici la fin de cette conversation toute familière. Elle est gravée au plus profond de mon souvenir. Quelques notes recueillies le jour même m'en garantissent l'exacte fidélité. D'ailleurs, en parlant comme il fit, en cette rencontre, sur le grave objet qui l'occupait alors et l'occupa jusqu'à la fin de sa vie, l'un des plus dignes de l'attention des philosophes, Schelling ne me dit que ce qu'il répétait souvent à ses amis, aux confidents de sa pensée. L'exprimer ici c'est, à mon avis, rendre hommage à sa mémoire.

Curieux comme l'est un étranger voyageant, son diplôme en poche, pour continuer les études de son choix, j'entrai de suite en matière et cherchai à mettre mon interlocuteur sur son terrain, en lui disant que l'opinion se préoccupait beaucoup de son projet de philosophie nouvelle. Je le priai de me dire ce qu'il fallait en penser. Son regard jusqu'alors calme s'anima et brilla d'un clarté plus vive. Il me répondit avec une parfaite bienveillance et un empressement bien propre à me contenter, qu'il travaillait, en effet, depuis longues années, à un ouvrage ayant pour but d'*exposer l'harmonie de la révélation avec la philosophie* et de donner par là *la clef de cette dernière*. Il se plaignit de ce que, en France en particulier, pour s'être trop hâté de le juger, on ne l'avait pas compris, et n'épargna pas même des hommes d'ailleurs fort distingués qui ont écrit à son sujet.

Enhardi par cette ouverture, et désireux d'être renseigné plus exactement : « Quel sera, dis-je au vénérable vieillard, le principe et pour ainsi dire la note dominante de cette harmonie ? » Là dessus, — je crois le voir encore, — Schelling se leva, alla à sa bibliothèque, y prit un vieil exemplaire du Nouveau-Testament grec, et revint à moi en me présentant le volume sacré.

Puis, il l'ouvrit au passage de *Rom* : *XI*, 36, et lut lui-même : Ὅτι ἐξ αὐτοῦ καὶ δι' αὐτοῦ, καὶ εἰς αὐτὸν τὰ πάντα· αὐτῷ ἡ δόξα εἰς τοὺς αἰῶνας. Ἀμήν [1].

« Voilà, ajouta-t-il simplement et avec l'accent de la conviction, le fondement et le dernier mot de la philosophie. C'est l'Ecriture-Sainte qui nous les donne. »

Touché, édifié de cette réponse, je me retirai en formant le vœu que tous les philosophes fussent assez heureux pour arriver au même résultat. Toujours est-il que la dernière pensée d'un Schelling a droit à leur attention ; car nul ne peut récuser le témoignage d'un homme dont le génie, la science et l'aptitude philosophique ne peuvent être suspectés de personne. Eh bien! Schelling a déserté les vaines opinions du panthéisme pour les saines doctrines d'une philosophie étroitement liée à la révélation. Il a compris et adopté ce mot célèbre attribué à l'un des princes de la science : « La philosophie cherche, le christianisme possède la vérité [1]. » C'est là un fait qu'il nous a semblé utile de rappeler. Puissent nos modernes penseurs s'en souvenir !

De nos jours, en effet, le panthéisme a fait partout de rapides progrès. En France, en particulier, tout un genre de littérature à la mode en est comme imprégné. Il perce sous mille formes diverses, tantôt niveleur ou hautain, poétique ou scientifique, esthétique ou vulgaire, spéculatif ou pratique, critique ou dogmatique, dans nombre d'écrits lus et relus, et s'infiltre peu à peu jusque dans les plus bas fonds de la société. Toujours et partout, il vous crie : « Eritis sicut Dei. » La conscience en est oblitérée, le ressort moral faussé ou brisé, le goût affadi : et l'on s'étonne après des inconséquences, des égarements parfois

1 « Car toutes choses viennent de Lui (Dieu), par Lui et pour Lui. A Lui la gloire aux siècles des siècles. Amen. » Le philosophe parla même de ce passage comme indiquant la Trinité.

2 Pic de la Mirandole.

monstrueux où il entraîne! Mais comment en pourrait-il être autrement? L'homme s'ignore et se méconnaît toutes les fois qu'il ignore et méconnaît Dieu à l'image duquel il a été formé. Du moment qu'il nie la personnalité de Dieu, il porte une atteinte mortelle à la sienne en ébranlant les bases de sa responsabilité morale. Ces deux erreurs se touchent et s'engendrent mutuellement. Pour y échapper et sortir d'un cercle fatal d'incertitudes et de contradictions, il nous faut, de toute nécessité, nous élever à Dieu, notre principe et notre fin. Or, — cela n'est pas moins évident pour qui veut se donner la peine de penser, — nul ne peut nous élever à Dieu que Dieu lui-même.

Un mot du *douteur* par excellence a fait fortune :

Si Dieu n'existait pas, il faudrait l'inventer,

a dit Voltaire dans un de ses meilleurs moments. Rien n'est plus vrai, plus sensé que cet aveu d'impuissance arraché à la raison. Mais qu'importe à l'homme borné dans les étroites limites de la raison l'existence de Dieu, si Dieu ne s'est pas *révélé* à lui? Un Dieu perdu dans un solitaire infini, ou trop vague pour être saisi par le cœur de l'homme, peut-il nous contenter? Peut-il, s'il ne *parle*, nous donner le mot de tant d'énigmes, de tant de problèmes qui nous occupent si légitimement, tels que ceux de notre existence elle-même, de son origine, de sa règle et de sa fin dernière, le fondement de notre force, de notre consolation et de nos espérances dans nos luttes, dans nos douleurs et dans nos défaillances? Il nous faut un Dieu de près, et non un Dieu de loin. Il nous faut un Dieu qui parle à notre conscience et à notre cœur, qui éclaire, dirige et captive notre esprit « ondoyant et divers », s'empare, en la domptant, de notre volonté rebelle, et possède notre âme tout entière, qui sauvegarde enfin notre vraie liberté en nous soumettant volontairement à la loi. Il nous faut, quoi qu'on en dise, une *Révélation*, non pas seulement

celle de la nature, soit en nous, par la conscience, soit hors de nous, par la création : il nous faut encore la révélation directe, parlée, exprimée, nette et décisive. Sans elle, nous marchons encore à tâtons, comme l'aveugle malgré la lumière du soleil qui l'inonde. Il nous faut une voix de Dieu lui-même qui éveille et éclaire notre conscience elle-même trop souvent endormie et obscurcie par l'empire des passions et par l'habitude du péché, et qui prête enfin à la nature entière son divin langage si souvent méconnu ou mal compris. Ah! *si la révélation n'existait pas, il faudrait l'inventer*. C'est le corollaire indispensable de la belle pensée de Voltaire. Et c'est là ce qu'ont fait, de toute nécessité, tous les fauteurs de mensonges, tous les fondateurs de religions humaines, tous les faux prophètes, depuis Bouddha jusqu'à Mahomet; que dis-je? jusqu'à Joseph et Hiram Smith et Brigham Young, aux rives du Grand-Lac-Salé [1]. Tous ces novateurs téméraires parlent au nom de Dieu, tout en corrompant la révélation de Dieu lui-même. Ils ont senti d'instinct qu'ils ne pouvaient exercer d'empire durable sur leurs sectateurs que par la parole écrite. Ces derniers ont répondu à leur attente. Ils ont été fanatisés au nom d'un Dieu misérablement rapetissé aux proportions humaines.

Or, « Dieu lui-même, le Dieu vivant et vrai, a parlé. » Il a dicté ses oracles par son Esprit; et cet Esprit les proclame d'âge en âge, dans et par l'Eglise chrétienne. Chrétiens, — il n'est pas un de nos philosophes modernes qui ne se réclamât de ce nom, le plus beau de tous, — pourquoi douterions-nous de la révélation d'un Dieu que nous adorons, *d'un Dieu fait chair*, Parole incréée et créatrice, « qui a habité parmi nous, pleine de grâce et de vérité? » Est-ce précisément parce qu'elle dépasse toutes les inventions humaines que nous refuserions d'admettre que Dieu fût son auteur? Serait-elle d'un homme? Jean-

[1] Cf. *Les Débats*, 30 et 31 janvier 1861; *les Mormons*, par Taine.

Jacques avait bien raison de dire que l'inventeur de l'Evangile serait plus étonnant que son héros.

Dans cette révélation crue de cœur, l'homme trouve, dès ici-bas, dans les conditions terrestres, l'aliment de ses facultés les plus nobles, la satisfaction de ses besoins les plus légitimes, l'avant-goût de la plénitude éternelle. Il n'est pas une vérité proclamée ou seulement entrevue par les plus grands sages et les philosophes les plus profonds de l'antiquité, les Socrate, les Platon, les Xénophon, les Aristote, les Cicéron, les Sénèque, les Marc-Aurèle, que l'Évangile ne renferme, et ne fasse éclater brillante de clartés nouvelles, aux yeux même des plus petits. Il en est beaucoup que l'homme n'avait jamais pressenties auparavant, et que l'Évangile seul fait connaître. « Ce sont choses que l'œil n'a point vues, que l'oreille n'a point entendues et qui ne sont point montées au cœur de l'homme». « Le christianisme, a dit tout récemment encore un écrivain-penseur, autorisé en pareille matière, n'est pas seulement un culte (le seul culte *en esprit et en vérité)*, c'est encore une philosophie, la plus haute des philosophies, une morale, la plus pure, la plus sublime des morales [1]. »

Toujours inépuisable, toujours ancienne et toujours nouvelle, cette vérité est parfaite comme Dieu qui l'a donnée. Il n'est besoin, ni de grande science, ni de grands efforts d'attention, pour se convaincre qu'elle a inspiré et guidé les plus beaux génies, les plus nobles courages, comme les plus humbles dévouements éclatant, aujourd'hui encore, dans leur humilité même, ainsi que des fanaux conducteurs de la civilisation chrétienne. La parole de Dieu, la Bible, en un mot, répond à toutes les questions qui intéressent vraiment, dans son indestructibilité, l'homme intellectuel, moral et religieux, questions que nous voyons, aujourd'hui surtout, heureux signe des temps.

[1] M. de Sacy, *les Débats*, 24 décembre 1859. Introduction au Nouveau-Testament, traduit par Mésenguy.

posées et agitées avec tant d'ardeur dans les journaux, les revues et les ouvrages de plus longue haleine. Chacun des problèmes les plus brûlants d'actualité, celui de l'esclavage par exemple, d'où dépend le sort d'un grand peuple, y trouve une solution rationnelle, sûre, complète et persuasive, car l'Évangile est une loi d'affranchissement, de liberté véritable pour tous les hommes.

N'est-il donc pas singulièrement étonnant que, de tant d'hommes éclairés d'ailleurs des lumières de l'intelligence et du savoir, si peu sachent puiser à cette source toujours ouverte et toujours jaillissante? Est-il surprenant, d'autre part, qu'une mine aussi féconde n'ait pas fourni encore tous ses trésors; que, chaque jour encore, l'attention recueillie dans la prière et la méditation y découvre de nouveaux filons; que les mystères de l'avenir enfin soient contenus comme en germe dans l'Évangile, pour se développer et porter tous leurs fruits au sein de l'humanité conquise peu-à-peu par le christianisme?

Ah! ils seraient les premiers étonnés, ceux qui cherchent au loin la réponse à leurs doutes et à leurs investigations, de la trouver là même où ils n'ont peut-être pas encore pensé à la chercher! Là est vraiment pour eux la nouveauté, la découverte qu'ils rêvent. Leur persuasion serait d'autant plus sincère et plus profonde qu'elle serait plus spontanée et pour ainsi dire plus inattendue. Ils seraient, comme un Schelling, après tous les travaux d'une prodigieuse science et d'une pensée sans limites, éblouis en quelque sorte des splendeurs de la révélation. Ils deviendraient, nouveaux Pauls convertis et éclairés de la lumière céleste, de zélés propagateurs d'une vérité trop longtemps méconnue au sein de notre société, qui, chrétienne de nom et de tradition, et dévorée de besoins religieux, se contente trop souvent de vagues aspirations, d'espérances incertaines, et même de théories creuses, mensongères et dangereuses.

THÉORIE GÉNÉRALE

DES

DÉVELOPPANTES

Par M. A. DAVID,

Membre résidant.

SÉANCE DU 18 JUILLET 1862.

Le but de ce travail est 1° de faire dépendre la recherche de l'équation des développantes d'une courbe donnée, d'une quadrature et d'une élimination; 2° de faire voir comment, en prenant arbitrairement une fonction de la dérivée, on arrive à trouver à la fois la développée et ses développantes; on retrouve ainsi la parabole, l'ellipse, la cycloïde et leurs développées, le cercle et sa développante; 3° en appliquant la méthode à la recherche des développantes des courbes paraboliques, on prouve que l'intégration ne peut se faire que quand la différence des exposants est égale à l'unité et on indique dans quel cas la développante est une courbe algébrique ou une courbe logarithmique, l'intégration n'est jamais possible pour les courbes hyperboliques. Enfin pour les courbes représentées par l'équation $y^m + ax^m = b$, l'intégration n'est possible que pour le cercle et quand $m = \frac{2}{3}$.

Soit

$$\varphi(\alpha\beta) = 0 \qquad (1)$$

une courbe donnée; on trouvera l'équation des développantes de cette courbe en exprimant que la droite qui passe par les deux points dont les coordonnées sont (α,β) et (x,y) est à la fois tangente à la développée et normale à la développante. En posant $\frac{dy}{dx} = p$, on aura les deux équations :

$$p\frac{d\beta}{d\alpha} + 1 = o \qquad (2)$$

$$y - \beta = \frac{d\beta}{d\alpha}(x - \alpha).$$

Cette dernière équation devient, en vertu de l'équation (2) $py + x = \beta p + \alpha$. Si des équations (1) et (2), on tire les valeurs de α et de β en fonction de p, on en déduira

$$\beta p + \alpha = F(p)$$

et l'équation différentielle des développantes sera

$$py + x = F(p). \qquad (3)$$

On arriverait aux mêmes équations, en cherchant les trajectoires orthogonales des tangentes à la développée.

Pour intégrer l'équation (3), différentions pour faire disparaître x et remplaçons $\frac{dp}{dx}$ par $p\frac{dp}{dy}$, on aura l'équation :

$$p^2 + 1 + yp\frac{dp}{dy} = pF'(p)\frac{dp}{dy}.$$

Cette équation peut être mise sous la forme suivante :

$$\frac{dy}{dp} + \frac{py}{p^2+1} = \frac{pF'(p)}{p^2+1}$$

Remarquons que $e^{\int\frac{p\,dp}{p^2+1}} = e^{\log\sqrt{p^2+1}} = \sqrt{p^2+1}$

et par suite

$$e^{-\int \frac{pdp}{p^2+1}} = \frac{1}{\sqrt{p^2+1}}.$$

Notre équation linéaire donnera pour intégrale l'équation

$$(4) \qquad y = \frac{1}{\sqrt{p^2+1}} \int \frac{p\,F'(p)\,dp}{\sqrt{p^2+1}}.$$

Quand l'intégration sera effectuée, il n'y aura plus qu'à éliminer p entre les équations (3) et (4).

La question est donc théoriquement résolue, mais dans les applications il faudra choisir $\varphi(\alpha, \beta)$ de manière à ce que l'intégration et l'élimination puissent se faire.

Si on se donnait $F(p)$ il serait facile de trouver l'équation de la développée $\varphi(\alpha, \beta) = 0$, en éliminant p entre les équations $p\frac{d\beta}{d\alpha} + 1 = 0$, $\beta p + \alpha = F(p)$. On trouve l'équation différentielle de Clairaut : $\alpha = \beta\frac{d\alpha}{d\beta} + F\left(\frac{-d\alpha}{d\beta}\right)$.

En différentiant, il vient $\frac{d^2\alpha}{d\beta^2}\left[\beta - F'\left(-\frac{d\alpha}{d\beta}\right)\right] = 0.$

D'où l'on déduit $\frac{d^2\alpha}{d\beta^2} = 0$, $\beta = F'\left(-\frac{d\alpha}{d\beta}\right)$.

De la première on conclut $\frac{d\alpha}{d\beta} = c$, par suite on aura

$$\alpha = \beta c + F(c),$$

équation qui représente les normales à la développante : et l'enveloppe de toutes ces droites, c'est-à-dire la développée,

sera donnée par l'élimination de $\frac{d\alpha}{d\beta}$ entre les deux équations

$\alpha = \beta \frac{d\alpha}{d\beta} + F\left(\frac{d\alpha}{d\beta}\right)$ et $\beta = F'\left(\frac{d\alpha}{d\beta}\right)$; ou, ce qui revient au

même, en éliminant p entre les deux équations, $py + x = F(p)$ et $y = F'(p)$. x et y désignant les coordonnées de la développée.

Ainsi, en choisissant $F(p)$ de manière à ce que l'intégration et l'élimination de p puissent se faire facilement, on trouvera à la fois la développée et ses développantes.

Nous allons appliquer cette théorie à quelques exemples, en choisissant pour $F(p)$: 1° des fonctions entières; 2° des fonctions fractionnaires; 3° des fonctions irrationnelles; 4° des fonctions transcendantes.

1° Soit $F(p) = ap + b$, $F'p = a$, $\int \frac{pF'pdp}{\sqrt{1+p^2}} = a\sqrt{1+p^2} + c$.

Pour avoir la développée il faut éliminer p entre les deux équations $py + x = ap + b$ et $y = a$, ce qui donne $x = b$; on aura donc le point $x = a, y = b$.

Pour avoir les développantes, il faut éliminer p entre les deux

équations $py + x = ap + b$, $y = a + \frac{c}{\sqrt{1+p^2}}$. De la première,

on tire $p = \frac{b-x}{y-a}$ et substituant dans la seconde, il vient

$(y-a)^2 + (x-b)^2 = c^2$; cercles ayant pour centres le point dont les coordonnées sont (a, b).

2° Soit $F(p)=ap^2$, $F'(p)=2ap$, la développée s'obtient en éliminant p entre les deux équations $py+x=ap^2$ et $y=2ap$ ce qui donne $y^2+4ax=o$, équation de la parabole.

Substituant $F'(p)=2ap$ dans l'intégrale $\int\frac{pF'(p)dp}{\sqrt{1+p^2}}$, on aura

$$2a\int\frac{p^2dp}{\sqrt{1+p^2}}=2a\left(p\sqrt{1+p^2}-\log\frac{p+\sqrt{1+p^2}}{c}\right)$$

On a alors $y=2ap-\frac{2a}{\sqrt{1+p^2}}\log\frac{p+\sqrt{1+p^2}}{c}$

L'élimination de p entre cette équation et l'équation $py+x=ap^2$ donnerait une équation transcendante en y et x qui serait assez compliquée et n'offrirait rien de remarquable.

3° Soit $F(p)=\frac{a}{p^2}$, $F'(p)=-\frac{2a}{p^3}$, éliminons p entre les deux équations $py+x=\frac{a}{p^2}$ et $y=-\frac{2a}{p^3}$ on entire $p^2=\frac{3a}{x}$, $p^3=-\frac{2a}{y}$ d'où $\frac{27a^3}{x^3}=\frac{4a^2}{y^2}$ ou bien $27ay^2=4x^3$. Parabole semi cubique.

Substituant $F'p=-\frac{2a}{p^3}$ dans l'intégrale générale, on aura $-2a\int\frac{dp}{p^2\sqrt{p^2+1}}=\frac{2a\sqrt{p^2+1}}{p}$, on intègre en posant $p=\tang\varphi$.

on aura $y=\frac{2a}{p}+\frac{c}{\sqrt{p^2+1}}$ d'où $\sqrt{p^2+1}\,(py-2a)=pc$; et en

éliminant p entre cette équation et l'équation $py+x=\frac{a}{p^2}$ on

trouve une équation du sixième degré qui est :

$$27a^3y^4+4a^2y^2x(y^2+x^2+4ax+4a^2-c^2)-a(y^2+x^2+4ax+4a^2-c^2)^3=0$$

Mais si nous cherchons la développante correspondante à $c=0$,

on a simplement $py=2a$, d'où $2a+x=\frac{y^2}{4a}$, $y^2=4a(x+2a)$,

parabole dont le sommet est à une distance $-2a$ de l'origine.

Cet exemple nous montre que les développantes d'une même courbe peuvent être très-différentes les unes des autres.

4° Soit $F(p)=\frac{-c^2p}{\sqrt{a^2p^2+b^2}}$, on suppose $c^2=a^2-b^2$.

$$F'(p)=\frac{-b^2c^2}{(a^2p^2+b^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Pour avoir la développée éliminons p entre les deux équations

$$py+x=\frac{-c^2p}{(a^2p^2+b^2)^{\frac{1}{2}}} \text{ et } y=\frac{-b^2c^2}{(a^2p^2+b^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

On aura $(a^2p^2+b^2)^{\frac{1}{2}}=\frac{-b^{\frac{2}{3}}c^{\frac{2}{3}}}{y^{\frac{1}{3}}}$ et $py+x=\frac{c^{\frac{4}{3}}y^{\frac{1}{3}}}{b^{\frac{2}{3}}}p$.

De là on tire $p = \dfrac{xb^{\frac{2}{3}}}{y^{\frac{1}{3}}\left(c^{\frac{4}{3}} - b^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}}\right)}$

En substituant cette valeur de p dans $a^2p^2 + b^2 = \dfrac{b^{\frac{4}{3}}c^{\frac{4}{3}}}{y^{\frac{2}{3}}}$.

Il vient $\dfrac{a^2x^2b^{\frac{4}{3}}}{y^{\frac{2}{3}}\left(c^{\frac{4}{3}} - b^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}}\right)^2} = \dfrac{b^{\frac{4}{3}}\left(c^{\frac{4}{3}} - b^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}}\right)}{y^{\frac{2}{3}}}$

En simplifiant, il vient $a^2x^2 = \left(c^{\frac{4}{3}} - b^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}}\right)^3$

D'où $(ax)^{\frac{2}{3}} + (by)^{\frac{2}{3}} = c^{\frac{4}{3}}$.

Substituons la valeur de $F'(p)$ dans l'intégrale générale, elle deviendra $-b^2c^2\displaystyle\int \frac{pdp}{\sqrt{1+p^2}\,(a^2p^2+b^2)^{\frac{5}{2}}}$

Pour l'intégrer posons :

$$p = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi},\ dp = \frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}$$

On aura :

$$-b^2c^2\int \frac{\sin\varphi\cos\varphi\, d\varphi}{(a^2\sin^2\varphi + b^2\cos^2\varphi)^{\frac{5}{2}}} = \frac{-b^2}{\sqrt{2}}\int \frac{2c^2\sin 2\varphi\, d\varphi}{(a^2+b^2-(a^2-b^2)\cos 2\varphi)^{\frac{5}{2}}}$$

La valeur de cette intégrale est $\dfrac{b^2\sqrt{2}}{\sqrt{a^2+b^2-(a^2-b^2)\cos 2\varphi}}$

De $\operatorname{tang}\varphi = p = \dfrac{\sqrt{1-\cos 2\varphi}}{\sqrt{1+\cos 2\varphi}}$ on tire $\cos 2\varphi = \dfrac{1-p^2}{1+p^2}$;

substituant cette valeur de $\cos 2\varphi$, on aura :

$$\sqrt{a^2+b^2-(a^2-b^2)\cos 2\varphi} = \frac{\sqrt{(a^2+b^2)(1+p^2)-(a^2-b^2)(1-p^2)}}{\sqrt{1+p^2}} = \frac{\sqrt{2(a^2p^2+b^2)}}{\sqrt{1+p^2}}$$

On a donc $y = \dfrac{b^2}{\sqrt{a^2p^2+b^2}} + \dfrac{c'}{\sqrt{p^2+1}}$; l'élimination de p entre cette équation et $py + x = \dfrac{-c^2p}{\sqrt{a^2p^2+b^2}}$ serait assez compliquée à cause des deux radicaux, et le résultat n'aurait rien de remarquable. Supposons $c'=o$, alors on a $\sqrt{a^2p^2+b^2} = \dfrac{b^2}{y}$,

$py+x = \dfrac{-c^2py}{b^2}$, d'où $p = -\dfrac{b^2x}{a^2y}$ et substituant cette valeur de p,

on aura : $\dfrac{b^4x^2}{a^2y^2} + b^2 = \dfrac{b^4}{y^2}$, ou $a^2y^2+b^2x^2=a^2b^2$ ellipse.

5° Soit $F(p) = R\sqrt{p^2+1}$, $F'(p) = \dfrac{Rp}{\sqrt{p^2+1}}$ la développée s'obtiendra en éliminant p entre les deux équations $y = \dfrac{Rp}{\sqrt{p^2+1}}$

$py + x = R\sqrt{p^2+1}$, $py + x = \dfrac{R^2p}{y}$, d'où $p = \dfrac{xy}{R^2-y^2}$.

Substituant cette valeur de p on aura :

$$y^2(x^2y^2+(R^2-y^2)^2)=R^2x^2y^2$$

ou $(R^2-y^2)^2=x^2(R^2-y^2)$ ou $x^2+y^2=R^2$ (cercle).

L'intégrale générale devient dans ce cas :

$$R\int\frac{p^2dp}{p^2+1}=R\int dp-R\int\frac{dp}{p^2+1}=Rp-R\,\text{arc tang}\,p-Rc.$$

Donc $y=\dfrac{R(p-c)}{\sqrt{p^2+1}}-\dfrac{R}{\sqrt{p^2+1}}\,\text{arc tang}\,p.$

Il faut éliminer p entre cette équation et

$$py+x=R\sqrt{p^2+1}. \qquad (1)$$

De cette dernière, on tire : $p^2(y^2-R^2)+2pxy+x^2-R^2=0$,

d'où $p=\dfrac{-xy+R\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{y^2-R^2}$. En vertu de l'équation (1),

on aura : $R\sqrt{p^2+1}=\dfrac{-xy^2+Ry\sqrt{x^2+y^2-R^2}+xy^2-xR^2}{y^2-R^2}$

Par suite : $\sqrt{p^2+1}=\dfrac{y\sqrt{x^2+y^2-R^2}-Rx}{y^2-R^2}$

d'où $y\sqrt{p^2+1}-pR=\dfrac{y^2\sqrt{x^2+y^2-R^2}-Rxy+xyR-R^2\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{y^2-R^2}$

$$=\sqrt{x^2+y^2-R^2}.$$

Substituant cette valeur dans l'équation transcendante, on aura :

$$\sqrt{x^2+y^2-R^2}+Rc=R\,\text{arc tang}\,\frac{(-xy+R\sqrt{x^2+y^2-R^2})}{y^2-R^2}$$

$$\text{D'où } \operatorname{tang}\left(c+\frac{\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{R}\right)=p=\frac{-xy+R\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{y^2-R^2}$$

$$\operatorname{Sin}\left(c+\frac{\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{R}\right)=\frac{p}{\sqrt{p^2+1}}=\frac{-xy+R\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{-Rx+y\sqrt{x^2+y^2-R^2}}$$

$$\operatorname{Cos}\left(c+\frac{\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{R}\right)=\frac{1}{\sqrt{p^2+1}}=\frac{y^2-R^2}{-Rx+y\sqrt{x^2+y^2-R^2}}$$

$$\text{D'où } y\sin\left(c+\frac{\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{R}\right)+x\cos\left(c+\frac{\sqrt{x^2+y^2-R^2}}{R}\right)=R.$$

En faisant $c=0$, on aura l'équation de la développante du cercle, telle qu'on la trouve directement, en projetant l'abscisse et l'ordonnée sur le rayon mené au point de contact du cercle et de la tangente mobile.

6° Choisissons maintenant pour $F(p)$ une fonction transcendante qui nous donne pour l'intégrale une fonction algébrique, afin de pouvoir faire l'élimination de p.

Soit $F(p)=2a\operatorname{arc\,cotang} p$, $F'(p)=\frac{-2a}{1+p^2}$, éliminons p entre les deux équations $py+x=2a\operatorname{arc\,cotang} p$ et $y=\frac{-2a}{p^2+1}$.

En supposant a positif, on voit que y sera constamment négatif et la courbe sera située au dessous de l'axe des x.

Changeons y en $-y$, il viendra $p=\frac{\sqrt{2a-y}}{\sqrt{y}}$, substituant cette valeur de p dans la première équation, on aura :

$$x-\sqrt{2ay-y^2}=2a \text{ arc cotang } \frac{\sqrt{2a-y}}{\sqrt{y}}.$$

Le radical aura le signe — quand p sera positif et le signe + quand p sera négatif. Cette équation représente une cycloïde qui a son sommet à l'origine des coordonnées et qui est dirigée du côté des y négatifs.

Substituons la valeur de $F'(p)$ dans l'intégrale générale

on aura : $-2a\int\frac{p\,dp}{(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}=\frac{+2a}{\sqrt{1+p^2}}+c.$

Pour avoir l'équation des développantes, il faut éliminer p entre les deux équations $py+x=2a$ arc cotang p, et $y=\frac{2a}{1+p^2}+\frac{c}{\sqrt{1+p^2}}$.

Cette dernière donnera une équation bicarrée en p, d'où on tirera facilement la valeur de p et on la substituera dans la première ; mais comme le résultat n'offre rien de bien remarquable, cherchons seulement la développante dans le cas de $c=0$.

alors $y=\frac{2a}{1+p^2}$ d'où $p=\frac{\sqrt{2a-y}}{\sqrt{y}}$.

En substituant, on trouve $x+\sqrt{2ay-y^2}=2a$ arc cotang $\frac{\sqrt{2a-y}}{\sqrt{y}}$:

ici y est toujours plus grand que 0 ; le radical doit être pris avec le signe + quand p est positif et avec le signe — quand p est négatif.

L'équation représente une cycloïde passant à l'origine et tangente à l'axe des y.

On trouve directement les équations de nos deux cycloïdes dans les positions que nous avons indiquées, quand au lieu de prendre l'angle au centre, on prend l'angle inscrit qui a pour mesure la moitié de l'arc décrit par le cercle générateur, la cotangente de cet angle est égale à $\frac{\sqrt{2ay-y^2}}{y}$ et l'arc est égal à l'abcisse du point de la cycloïde, plus la distance de ce point au diamètre du cercle générateur et cette distance est égale à $\sqrt{2ay-y^2}$.

Si on posait $F(p) = 2a$ arc tang p, on retrouverait les deux cycloïdes auxquelles on aurait fait faire un demi-tour autour de l'axe des x.

En prenant pour $F(p)$ d'autres fonctions transcendantes simples telles que les exponentielles, les logarithmes et les fonctions circulaires directes ou inverses, il arrive ou que l'intégration ne peut se faire ou quand elle est possible on obtient pour l'intégrale une fonction transcendante et l'élimination de p n'est plus possible.

Appliquons maintenant la méthode que nous avons exposée plus haut à la recherche des développantes d'une courbe donnée et prenons pour exemple l'équation générale des courbes paraboliques et hyperboliques.

Soit

$$\beta^n = \alpha^m, \tag{1}$$

en différentiant, on aura : $n\beta^{n-1}d\beta = m\alpha^{m-1}d\alpha$, d'où

$$\beta^{n-1} = \frac{-m}{n} p\alpha^{m-1}. \tag{2}$$

Divisant l'équation (1) par (2),

il vient $\beta = \frac{-n\alpha}{mp}$:

Substituant dans (1) on aura :

$$\left(\frac{-n}{m}\right)^n \frac{\alpha^n}{p^n} = \alpha^m,\ \alpha^{m-n} = \left(\frac{-n}{m}\right)^n \times \frac{1}{p^n},\ \alpha = \left(\frac{-n}{m}\right)^{\frac{n}{m-n}} p^{\frac{-n}{m-n}}$$

alors $F(p) = \beta p + \alpha = \alpha\left(1 - \frac{n}{m}\right) = \frac{m-n}{m}\left(\frac{-n}{m}\right)^{\frac{n}{m-n}} \times p^{\frac{-n}{m-n}}$.

$$F'(p) = \frac{(m-n)}{m}\left(\frac{-n}{m}\right)^{\frac{n}{m-n}} \times \frac{-n}{m-n} p^{\frac{-n}{m-n}-1} = \left(\frac{-n}{m}\right)^{\frac{m}{m-n}} p^{\frac{-n}{m-n}-1}$$

$$y = \frac{1}{\sqrt{p^2+1}} \int \frac{p F' p dp}{\sqrt{p^2+1}} = \frac{\left(\frac{-n}{m}\right)^{\frac{m}{m-n}}}{\sqrt{p^2+1}} \int p^{\frac{-n}{m-n}} (1+p^2)^{-\frac{1}{2}} dp.$$

On a donc à intégrer une différentielle binôme : pour voir dans quel cas l'opération peut se faire, posons :

$p = z^{m-n}$, $dp = (m-n) z^{m-n-1}$, alors l'intégrale deviendra :

$$(m-n) \int z^{m-2n-1} \left(1 + z^{2(m-n)}\right)^{-\frac{1}{2}} dz.$$

On peut toujours supposer m et n entiers et même premiers entr'eux, car s'ils étaient de la forme $\frac{m}{k}$ et $\frac{n}{k}$ on élèverait les deux membres de l'équation à la puissance k, s'ils étaient de la forme mk et nk on extrayerait la racine k.

L'intégration ne pourra se faire que dans les deux cas suivants :

1° Quand $\frac{m-2n}{2(m-n)}$ sera un nombre entier, or ceci revient dire que $\frac{-m}{2(m-n)}$ doit être entier ; 2° quand $\frac{m-2n}{2(m-n)} - \frac{1}{2}$ sera entier et cette condition revient à dire que $\frac{-n}{2(m-n)}$ doit être entier.

L'une de ces deux conditions est toujours remplie, quand $m-n=\pm 1$, car alors l'un des deux nombres est pair.

Soit $m-n=k$, pour que l'intégration fut possible, il faudrait que m ou n fut divisible par k, mais alors ils le seraient tous deux, ce qui est impossible puisqu'ils sont premiers entr'eux par hypothèse. On ne peut donc intègrer que dans le cas où $m-n=\pm 1$. Tantôt on aura pour intégrale une fonction transcendante, comme nous l'avons vu plus haut pour la parabole ordinaire, tantôt on aura une fonction algébrique, comme nous l'avons vu pour la parabole semi-cubique.

Voyons dans quel cas on aura l'une ou l'autre de ces deux formes ; 1° Si $m-n=-1$, l'intégrale deviendra :

$\int p^{n}(1+p^{2})^{-\frac{1}{2}}dp$, or on sait qu'on peut diminuer successivement l'exposant n de deux unités, donc si n est impair, on arrivera à $\int \frac{pdp}{\sqrt{1+p^{2}}}$ dont l'intégrale est $\sqrt{1+p^{2}}$.

Dans ce cas, la développante sera algébrique *ex.* $\beta^3 = \alpha^2$.

Si n est pair on arrivera à $\int \frac{dp}{\sqrt{1+p^2}}$ dont l'intégrale est $l(p+\sqrt{1+p^2})$ et la développante sera une courbe logarithmique.

Si $m-n=1$ on arrive aux conclusions contraires.

L'intégrale est alors $\int p^{-n}(1+p^2)^{-\frac{1}{2}}dp$, comme on peut augmenter successivement l'exposant $(-n)$ de deux unités,

si n est impair on arrivera à $\int \frac{dp}{p\sqrt{1+p^2}}$ dont l'intégrale est $\log\left(\frac{\sqrt{1+p^2}-1}{p}\right)$ et si n est pair on arrive à $\int \frac{dp}{p^2\sqrt{1+p^2}}$ dont l'intégrale est $\frac{\sqrt{1+p^2}}{p}$.

On pouvait faire rentrer ces deux cas dans les précédents en changeant β en α.

Ainsi $\beta^{2n+1} = \alpha^{2n}$ et $\beta^{2n} = \alpha^{2n+1}$ ont des développantes algébriques; $\beta^{2n-1} = \alpha^{2n}$ et $\beta^{2n} = \alpha^{2n-1}$ ont des développantes logarithmiques et pour tous les autres cas on ne peut trouver les développantes.

Dans le cas des hyperboles où m et n sont de signes contraires, comme m et n sont entiers, ils ne seront jamais divisibles par leur somme, l'intégration ne sera jamais possible.

Appliquons encore notre méthode à l'équation $\beta^m + a\alpha^m = b$ m est quelconque; en différentiant on aura :

$$\beta^{m-1} d\beta + a\alpha^{m-1} d\alpha = 0,\ \beta = a^{\frac{1}{m-1}} p^{\frac{1}{m-1}} \alpha,\ \alpha^m \left(a + a^{\frac{m}{m-1}} p^{\frac{m}{m-1}}\right) = b$$

$$\alpha = \frac{b^{\frac{1}{m}}}{a^{\frac{1}{m}} \left(1 + a^{\frac{1}{m-1}} p^{\frac{m}{m-1}}\right)^{\frac{1}{m}}}$$

$$F(p) = \beta p + \alpha = \alpha \left(1 + a^{\frac{1}{m-1}} p^{\frac{m}{m-1}}\right) = \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{1}{m}} \left(1 + a^{\frac{1}{m-1}} p^{\frac{m}{m-1}}\right)^{\frac{m-1}{m}}$$

$$F'(p) = b^{\frac{1}{m}} a^{\frac{1}{m^2-m}} p^{\frac{m}{m-1}-1} \left(1 + a^{\frac{1}{m-1}} p^{\frac{m}{m-1}}\right)^{-\frac{1}{m}}$$

Substituant dans l'intégrale générale, on aura :

$$\int \frac{p F'(p)\, dp}{\sqrt{1+p^2}} = b^{\frac{1}{m}} a^{\frac{1}{m^2-m}} \int \frac{p^{\frac{m}{m-1}}\, dp}{(1+p^2)^{\frac{1}{2}} \left(1 + a^{\frac{1}{m-1}} p^{\frac{m}{m-1}}\right)^{\frac{1}{m}}}$$

L'intégration n'est possible que dans deux cas :

1° Quand $a = 1$ et $\frac{m}{m-1} = 2$, d'où l'on tire $m = 2$.

L'intégrale devient $\int \frac{p^2 dp}{(1+p^2)}$, c'est le cas de la développante du cercle. 2° Quand $\frac{m}{m-1} = -2$, d'où $m = \frac{2}{3}$, alors l'intégrale devient :

$$\int \frac{dp}{p^2(1+p^2)^{\frac{1}{2}}\left(1+\frac{a^{\frac{3}{2}}}{p^2}\right)^{\frac{5}{2}}} = \int \frac{pdp}{(1+p^2)^{\frac{1}{2}}\left(p^2+a^{\frac{3}{2}}\right)^{\frac{5}{2}}}.$$

C'est le cas de l'ellipse que nous avons traité plus haut.

Si dans cette formule on suppose $a=1$, alors on aura :

$$\int \frac{pdp}{(1+p^2)^2}, \text{ dont l'intégrale est } \frac{-1}{2(1+p^2)}.$$

On aura donc à éliminer p entre les deux équations :

$y = \frac{-b^{\frac{3}{2}}}{2(1+p^2)^{\frac{3}{2}}}$ et $py + x = b^{\frac{3}{2}}\left(1+p^{-2}\right)^{-\frac{1}{2}}$, cette dernière équation revient à la suivante $py + x = \frac{pb^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{1+p^2}}$

On trouverait une courbe algébrique dont l'équation est assez compliquée.

On voit d'après ce calcul pourquoi les deux courbes $x^{\frac{2}{3}}+y^{\frac{2}{3}}=b^{\frac{2}{3}}$ et $(by)^{\frac{2}{3}}+(ax)^{\frac{2}{3}}=c^{\frac{4}{3}}$ qui ont entr'elles une grande analogie, ont cependant des développantes très-différentes.

Nous ne multiplierons pas davantage les exemples; si on voulait arriver à des résultats remarquables avec des équations plus compliquées, il faudrait prendre pour ces équations celles des développées de courbes connues et notre méthode nous ferait retrouver ces dernières.

Nous terminerons par deux questions que notre méthode nous permettra facilement de résoudre.

1° Existe-t-il des courbes qui soient leurs propres développées?

D'après la manière dont se fait l'élimination de p pour trouver la développée et la développante,

on devrait avoir $F'p=\frac{1}{\sqrt{1+p^2}}\int\frac{pF'pdp}{\sqrt{1+p^2}}$.

Différentions après avoir chassé le dénominateur, on aura.

$$F''(p)\sqrt{1+p^2}+\frac{pF'(p)}{\sqrt{1+p^2}}=\frac{pF'(p)}{\sqrt{1+p^2}}.$$

On en conclut $F''(p)=0$, d'où $F'(p)=a$, $F(p)=ap+b$.

Nous avons vu que dans ce cas, les développantes sont des cercles concentriques dont le centre est la développée et forme lui-même une développante particulière quand on pose $c=0$.

2° Les développantes de courbes semblables et semblablement placées, sont elles-mêmes des courbes semblables et semblablement placées.

En effet, l'équation d'une développée étant donnée par les deux équations $py+x=F(p)$ et $y=F'(p)$ les équations des courbes semblables et semblablement placées seront données en remplaçant y par $\frac{y}{m}$, x par $\frac{x}{m}$, p ne change pas.

On aura donc les deux équations $py+x=mF(p)$ et $y=mF'(p)$.

L'équation des développantes s'obtiendra en éliminant p entre $py+x=mF(p)$ et $y=\frac{m}{\sqrt{1+p^2}}\int\frac{pF(p)dp}{\sqrt{1+p^2}}$ ce qui revient à remplacer x et y par $\frac{x}{m}$ et $\frac{y}{m}$ dans l'équation de la développante de la première courbe, donc les développantes correspondant à une même valeur de la constante arbitraire sont des courbes semblables et semblablement placées.

POÉSIES

Par M. ALEXANDRE DEPLANCK,

Membre résidant.

SÉANCE DU 27 SEPTEMBRE 1862.

A Monsieur Delezenne, pour le remercier de l'envoi de son portrait-carte.

SONNET.

Depuis vingt jours, dans mon exil,
Je traîne une sombre existence :
Médard, ce grand saint peu civil,
Force le soleil à l'absence !

Mes fleurs, se croyant en avril,
A leurs parfums donnent vacance ;
Mes oiseaux n'ont plus de babil ;
Tout est chez moi deuil et silence.

Mais voici qu'un rayon joyeux
Éclaire mon cœur et mes yeux :
C'est vous, cher et vénéré Maître !

Oh ! béni soit votre portrait !...
Par lui ma gaîté va renaître
Comme au soleil qui paraîtrait.

De mon ermitage de Wazemmes, ce 28 juin 1862.

LA LUMIÈRE.

FABLE.

« Le Dieu, poursuivant sa carrière,
Versait des torrents de lumière,
Sur ses chantres blasphémateurs. »

(Lefranc de Pompignan)
Ode sur la mort de J.-B. Rousseau.

Un soir, la Lampe, la Chandelle,
La Bougie et le Gaz se prirent de querelle.
La Chandelle tentait des efforts superflus
Pour mettre au premier rang ses modestes vertus.
— Qui donc vous croyez-vous, ma mie ?
Lui répliquait dame Bougie ;
Vous êtes peuple, et rien de plus ;
Moi du moins, j'appartiens à l'aristocratie.
La Lampe, carrément, se vantait à son tour :
Elle éclipsait Chandelle, et Bougie, et le reste ;
Quant au Gaz, se croyant d'origine céleste,
Il brochait sur le tout et criait comme un sourd.
On ne savait auquel entendre !...
Lorsqu'un vieux réverbère eut le bon goût de prendre
Les choses de plus haut qu'un vulgaire quinquet.
« L'orgueil fait trembloter leurs flammes éphémères,
Dit-il avec pitié, holà ! mes chers confrères,
L'électricité, s'il vous plaît,
Pourrait bien rabaisser un peu votre caquet !...
Mais tantôt le Soleil, notre aîné, notre maître,
A l'horizon va reparaître ;
L'avez-vous entendu se vanter quelquefois

Que devant son brasier nos petits feux pâlissent ?
Non ; Dieu lui dit : Éclaire ! — Il éclaire à sa voix ;
La terre et les cieux resplendissent,
Et l'astre radieux, humble dans sa grandeur,
Accomplit chaque jour l'ordre du Créateur,
Sans s'informer le moins du monde
Si quelqu'un l'applaudit ou si quelqu'un le fronde. »

Pionniers de l'esprit, littérateurs titrés,
Savants officiels et savants ignorés,
Doux poètes vêtus de ratine ou de soie,
— Plumes d'aigle ou plumes d'oie—,
Profitons de l'enseignement.
La science pour l'homme est aussi la lumière ;
Sans morgue portons-la, chacun dans notre sphère,
Et nous remplirons dignement
Le beau rôle que Dieu nous donna sur la terre.

L'OURS ET L'AGNEAU.

FABLE.

Est-il plus cruelle existence
Que celle de l'ours, entre-nous ?
— Disait un agneau simple et doux
Aux compagnons de son enfance. —
Ma mère m'a conté cent fois
Que, dans un exil volontaire,
Toujours rêveur et solitaire,
Il vit, au plus profond des bois,
Loin des délices de la terre.
Dieu me garde d'un sort pareil !....
Moi du moins, je broute au soleil
Sans rien craindre de mon semblable;
Je prends du plaisir où je peux;
J'ai des amis, tant que j'en veux;
Dans la prairie et dans l'étable
Chaque animal me trouve aimable;
Et jusqu'à Gros-Jean, le fermier,
Il me flatte, tout le premier....
Voilà ce qui s'appelle vivre !...

Notre orateur allait poursuivre,
Quand le fermier parut soudain.

Venez ici, mon petit père,
Venez — dit-il au pauvre hère,
En faisant signe de la main —;
L'autre accourt, pétillant de joie...

Mais on l'attache à la courroie,
On vous le sangle, on vous le broie
Et, sans faire plus de façons,
Chez le boucher, Gros-Jean l'envoie !

L'ours nous donne, hélas ! des leçons.
Du monde il connaît les prouesses ;
Il sait qu'éloges et caresses
Servent de masque aux trahisons.
Blâmons-le donc un peu moins vite,
Si trop à l'écart il s'est mis :
Mieux vaut encor vivre en ermite
Qu'avoir affaire à faux amis.

APERÇU HISTORIQUE

SUR

L'ORIGINE ET LES PROGRÈS DU CALCUL DES VARIATIONS,

JUSQU'AUX TRAVAUX DE LAGRANGE,

Par M. GUIRAUDET,

Membre résidant.

SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1862.

Si l'on suit attentivement l'histoire de ce que nous appelons le calcul des variations, c'est-à-dire des méthodes servant à résoudre les questions pour lesquelles on emploie maintenant la théorie de Lagrange, on verra que cette histoire peut d'abord se diviser en deux périodes, dont la seconde commence aux travaux de Lagrange.

Mais la première elle-même, qui embrasse à peu près l'étendue d'un siècle, se trouve naturellement partagée en deux parties. L'une comprend les premières recherches des géomètres sur cette matière, et elle est presque exclusivement occupée par les Bernoulli. Les procédés y sont particuliers, géométriques, directs; nulle méthode générale n'apparaît encore, ou du moins nulle méthode n'est énoncée comme étant d'une application générale. L'autre est remplie par les travaux d'Euler: profitant de ce qu'ont fait ses devanciers, il généralise leurs procédés, ce qu'ils

semblaient prendre plaisir à dédaigner ; il donne pour tous les cas des règles générales, et pousse la pratique de ce genre de calcul à une perfection qui n'a guère été dépassée depuis. Mais Euler a fondé sa théorie sur les mêmes principes qui servaient à ses prédécesseurs ; il les a admirablement développés, suivis dans leurs dernières conséquences ; mais il les a conservés, et sa théorie en garde quelque chose d'embarrassé, de peu clair.

Enfin Lagrange, venant effacer les dernières traces des considérations de géométrie infinitésimale employées par les Bernoulli, fit une révolution complète dans les principes. Au lieu de regarder comme indéterminée la forme d'une portion infiniment petite de la courbe, il regarda comme variable la courbe tout entière ; la variation de l'ordonnée devint une fonction arbitraire, au lieu d'être une quantité numérique ayant une valeur isolée. Par là il ramena ce genre de calcul à des procédés analogues à ceux du calcul différentiel ordinaire, et donna à sa théorie une simplicité uniforme si frappante, qu'Euler abandonna pour elle sa méthode.

Désormais le nom de Lagrange fut invinciblement lié au calcul des variations ; sa méthode fut seule enseignée, et on alla trop souvent jusqu'à oublier que Lagrange n'avait fait que présenter sous un nouveau jour les travaux d'Euler, qu'Euler lui-même avait seulement étendu et généralisé les travaux antérieurs des Bernoulli, de Leibnitz, de L'Hospital, de Newton, de Taylor.

Il m'a paru intéressant d'examiner ces différents travaux et de les étudier successivement, afin qu'on puisse suivre pas à pas les progrès de l'importante théorie à laquelle ils se rattachent. J'examinerai donc dans l'ordre où ils ont été publiés, et je suivrai, sinon dans tous leurs détails, du moins sans omettre aucun point essentiel, les principaux travaux qui ont été faits sur cette matière depuis les premiers inventeurs jusqu'à Lagrange.

Nous bornons ainsi cet aperçu historique à ce que j'ai désigné plus haut sous le nom de première période, comprenant d'a-

bord l'histoire du problème des isopérimètres jusqu'à Euler, puis les travaux d'Euler jusqu'à Lagrange.

I

Comme on le sait, les premières recherches relatives à la partie de la science qui nous occupe furent inspirées par des problèmes où l'on se proposait de déterminer une courbe d'après cette condition, qu'une certaine quantité dépendant de sa forme fût un maximum ou un minimum ; en d'autres termes, on se proposait de rechercher une courbe jouissant d'une certaine propriété de maximum ou de minimum.

Une remarque fort simple guida les premiers inventeurs, et devint pour longtemps le principe fondamental dans ce genre de questions : ce fut que, lorsqu'une courbe jouissait d'une certaine propriété de maximum ou de minimum, chaque portion de cette courbe devait avoir la même propriété. Ceci permettait de considérer seulement une portion infiniment petite de la courbe, afin d'en déterminer les propriétés élémentaires d'après les conditions imposées. Et c'est là, en effet, le genre de considérations que l'on a employées exclusivement jusqu'aux méthodes purement analytiques de Lagrange.

Cette remarque n'est pourtant pas générale, comme l'observa plus tard Euler ; elle n'était même pas exacte dans plusieurs cas où elle a été appliquée par les premiers inventeurs ; mais par bonheur ils n'eurent à l'employer que dans un cas particulier où, quoiqu'elle fût en défaut, son application n'amenait aucune inexactitude dans les résultats.

C'est l'emploi de ce principe qui caractérise les plus anciens travaux sur cette matière, et son abandon fut la première révolution faite par Lagrange dans la théorie.

Le premier problème relatif à une courbe ayant une propriété de maximum ou de minimum fut traité par Newton à propos du mouvement des corps dans un milieu résistant. Il se proposa de trouver *quelle forme il faudrait donner à un solide de révolution pour que, mû dans le sens de son axe, il éprouvât le moins de résistance possible (Livre des Principes, liv. II, section VII, prop.* 34); mais il publia seulement une propriété caractéristique de la courbe méridienne, sans indiquer par quelle voie il y était parvenu.

Plusieurs géomètres cherchèrent et résolurent le même problème. Nous avons même les solutions données par Fatio de Duiller, Jacques et Jean Bernoulli, le marquis de l'Hospital; celles des trois derniers surtout sont remarquables par leur élégante simplicité. Voici quelle est la solution de Jean Bernoulli; elle se distingue par l'identité des procédés qu'il emploie avec ceux qui sont encore en usage. C'est véritablement le point de départ de la voie nouvelle.

Bernoulli admet, comme les autres géomètres, l'hypothèse posée par Newton sur la résistance des fluides, savoir, que la pression sur un élément oblique par rapport à la direction du mouvement est la composante normale à cet élément de la pression qui s'exercerait sur une surface normale de même largeur dans le sens perpendiculaire au mouvement. Il s'ensuit que la pression dans le sens de l'axe est proportionnelle au carré du cosinus de l'inclinaison de l'élément sur cet axe. Il se propose alors de chercher comment doit être disposé un élément de courbe pour que la résistance soit minima.

La condition, suivant le principe fondamental des maxima et des minima, est donc que la forme de l'élément soit telle que, si on la fait varier infiniment peu, la variation correspondante de la résistance soit infiniment petite par rapport à ce qu'elle serait dans tout autre cas, autrement dit, soit nulle.

On fait varier (*fig.* 1) la forme de l'élément NF sans faire

varier y, et on exprime que la somme des deux pressions sur NL et LF est la même que sur NO et OF, ce qui fournit l'équation

$$\frac{MN.\overline{NR}^3}{\overline{NL}^2} - \frac{MN.\overline{NR}^3}{\overline{NO}^2} = \frac{MR.\overline{LV}^3}{\overline{FO}^2} - \frac{MR.\overline{LV}^3}{\overline{FL}^2},$$

ou bien

$$MN.\overline{NR}^3\left(\frac{1}{\overline{NL}^2} - \frac{1}{\overline{NO}^2}\right) = MR.\overline{LV}^3\left(\frac{1}{\overline{FO}^2} - \frac{1}{\overline{FL}^2}\right),$$

équation qui devient, en ne négligeant que des quantités infiniment petites par rapport à celles que l'on conserve,

$$MN.\overline{NR}^3\,\frac{(NO - NL)}{\overline{NO}^3} = MR.\overline{LV}^3.\,\frac{(FL - FO)}{\overline{FO}^3},$$

ou

$$\frac{MN.OT}{\overline{NO}^3}.\,\overline{NR}^3 = \frac{MR.LS}{\overline{FO}^3}.\,\overline{LV}^3. \qquad (1)$$

Deux triangles semblables donnent

$$OT = \frac{LO.RO}{NO} \qquad (2)$$

et

$$LS = \frac{LO.VF}{FO};$$

alors l'équation devient

$$\overline{NR}^3.\,\frac{MN.RO}{\overline{NO}^4} = \overline{LV}^3.\,\frac{MR.VF}{\overline{FO}^4},$$

qui, traduite au moyen des notations de Leibnitz, donne

$\frac{ydy^3dx}{ds^4}$ = const., equation oue Jean Bernoulli intègre simplement en posant

$$dx = \frac{m}{a}\,dy,$$

ce qui permet d'exprimer y et ensuite x en fonction de m.

Il est facile de reconnaître dans cette solution les équations employées encore maintenant. La résistance sur l'élément de surface engendré par NL est

$$2\pi y\,\frac{dy^3}{ds^3}.$$

La variation doit être la même pour deux éléments consécutifs . on aura donc en faisant $\delta y = 0$

$$ydy^3\,\frac{2.\delta ds}{ds^3} = \text{const.}$$

C'est l'équation (1) ; mais on a

$$\delta ds = \frac{dx.\delta dx}{ds};$$

c'est l'équation (2). On en tire

$$\frac{ydy^3dx}{ds^4}\,\delta dx = \text{const.},$$

δdx doit être supprimé , puisque les deux éléments consécutifs ne varient que par un même changement de l'abscisse du sommet intermédiaire : on a donc

$$\frac{ydy^3dx}{ds^4} = \text{const.}$$

Trois années avant d'avoir traité le problème précédent, Jean Bernoulli avait résolu et proposé aux géomètres celui de la *brachistochrone*; et la solution, indirecte pourtant, qu'il en publia l'année suivante, est encore fondée, aussi bien que celle de Jacques Bernoulli, sur le principe de la variation élémentaire de la courbe. Si on imagine deux éléments consécutifs de la courbe cherchée, le mobile doit les parcourir en moins de temps que toute autre ligne joignant les extrémités. De là on conclut, d'après un théorème qui était déjà bien connu à cette époque et avait été démontré par Fermat, que le sinus de l'inclinaison de chaque élément avec la verticale doit être proportionnel à la vitesse avec laquelle est parcouru l'élément; en d'autres termes, le rapport du sinus de l'inclinaison à la vitesse doit être une quantité constante, ce qui fournit immédiatement l'équation différentielle de la courbe, quelle que soit la loi que suit la vitesse du corps tombant. Et si on suppose la loi ordinaire de la chute des corps pesants, on aura immédiatement l'équation différentielle de la cycloïde.

Ce problème célèbre ne fut pas traité seulement par son inventeur; il avait été résolu par Leibnitz, sur ce que lui en avait écrit Jean Bernoulli, avant même que celui-ci le proposât publiquement. Et pendant l'année qui avait été accordée pour cette recherche on en donna plusieurs solutions : celle de Newton, qui parut anonyme dans les *Transactions philosophiques*, mais dans laquelle Bernoulli reconnut, comme il le dit, « *ex ungue leonem* », celle du marquis de l'Hospital; celle de Jacques Bernoulli, qui différa quelque temps de la publier, s'étant élevé, en la cherchant, à des problèmes du même genre bien plus difficiles, et dont nous allons parler.

Plus tard, Jean Bernoulli publia une autre solution, qu'il dit avoir été sa méthode d'invention. C'est une méthode géométrique admirable de simplicité ingénieuse, et qui fait découvrir la nature de la brachistochrone, d'après celle de la développée. C'est, du reste, une méthode directe, spéciale à la

question qu'elle sert à résoudre et qui n'a aucun rapport avec les méthodes générales.

On traite d'abord un problème préliminaire fort simple. Supposons un angle infiniment petit (*fig.* 2), situé dans un plan vertical et coupé par une horizontale AB ; on demande en quel endroit M un point doit traverser cet angle pour que le trajet soit effectué dans le moins de temps possible, sachant que pendant ce trajet la vitesse sera celle due à la hauteur PM de chute à partir de l'horizontale AB.

Désignons par l la longueur OC, par α l'angle C, par x et y les longueurs PM et LM, par θ le petit angle en O ; le temps du trajet sera évidemment $\frac{(x+l)\theta}{\sqrt{2gy}}$ ou $\frac{\theta}{\sqrt{2g\tang\alpha}}\,\frac{x+l}{\sqrt{x}}$; et on trouve immédiatement qu'il sera minimum lorsque $x = l$.

Dès lors, imaginons une cycloïde AX (*fig.* 4), avec sa développée AY, et les différents rayons de courbure MO, nous aurons une infinité d'angles MOM′ infiniment petits ; d'ailleurs MC=CO, d'après une propriété connue de la cycloïde : donc, si on imagine un point pesant obligé de suivre dans sa chute la cycloïde AX, il traversera chacun de ces angles et, par conséquent, leur ensemble, c'est-à-dire l'espace plan ABX, dans le moins de temps possible : la cycloïde est donc la brachistochrone [1].

II

Ces premiers travaux sur des questions de maximum ou de minimum n'étaient que le prélude de ceux que suscita le pro-

[1] Cette considération ingénieuse employée par Bernoulli est susceptible de quelque généralisation. Elle peut fournir, presque sans aucune modification, une démonstration de ce théorème que la brachistochrone est une épicycloïde lorsque le point est soumis à l'action d'une force centrale proportionnelle à la distance. Elle fournit même une démonstration presque intuitive d'une propriété curieuse et caractéristique des brachistochrones planes. (*Voir note A*.

blème des isopérimètres, qui a mérité de rester célèbre dans l'histoire de la science. Ce problème, très-général et très-difficile pour le temps, fut, comme on sait, proposé par Jacques Bernoulli à son frère (1697). Celui-ci ne donna que des résultats faux, du moins en partie, n'en voulut point convenir, et cette discussion scientifique, aigrie par la rivalité, amena entre les deux frères de fâcheux débats, où le beau rôle n'était point pour Jean Bernoulli. Le travail de Jacques fut publié en 1701 dans *les Actes* de Leipsick (*Acta eruditorum*); celui de Jean Bernoulli ne fut publié qu'en 1706, après la mort de son frère, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*. Enfin, longtemps après, en 1718, Jean Bernoulli revint sur cette question, convint que son mémoire de 1706 contenait une erreur, et publia des solutions, nouvelles dit-il, mais qui ne sont réellement que celles de son frère présentées sous une forme plus élégante. En résumé, comme on le voit, tout l'honneur des travaux sur cette matière doit revenir à Jacques Bernoulli, qui, dix ans à peine après les premières publications relatives au calcul différentiel, en avait déjà franchi toutes les difficultés jusqu'à produire les solutions que nous allons commenter et qu'il faut regarder comme de véritables chefs-d'œuvre d'invention et de profondeur.

L'énoncé du problème des isopérimètres proposé en 1697 à son frère par Jacques Bernoulli, en même temps qu'il lui envoyait la solution du problème de la brachistochrone, était conçu en ces termes :

On demande de trouver, parmi toutes les courbes isopérimètres construites sur une même base BN, *celle* BFN *qui, sans comprendre elle-même une aire maxima, rend maxima l'aire comprise par une autre courbe* BZN, *dont l'ordonnée* PZ *est une fonction donnée de l'ordonnée* PF *ou bien de l'arc* BF.

C'est, comme on voit, un problème dans lequel on cherche ce que depuis Euler nous appelons un *maximum relatif*. Mais la

méthode des Bernoulli ne consiste pas à trouver directement l'équation du maximum relatif, comme on a su le faire plus tard en appliquant la règle d'Euler. Ils expriment par une première équation que la longueur de la courbe doit rester constante; à cette équation générale ils adjoignent ensuite celle qui provient de la condition particulière du problème; et entre les deux équations ils éliminent les variations, ou plutôt les quantités analogues qu'ils considèrent. C'est, du reste, en suivant la même marche qu'Euler, comme nous le verrons plus loin, est arrivé à formuler sa règle générale.

Jacques Bernoulli commence par démontrer deux équations qui, sous des formes différentes, expriment que la longueur totale de la portion de courbe considérée ne change pas dans le changement de forme de la courbe.

La première équation suppose que l'une des coordonnées, y, ne varie pas.

Considérons (*fig.* 3) quatre ordonnées consécutives, autrement dit, trois éléments de la courbe, afin qu'il soit possible de faire varier la position des deux points intermédiaires, sans faire varier à la fois leurs deux coordonnées; supposons les deux points B et C fixes et les points F et G éprouvant un déplacement infiniment petit sur leurs ordonnées KF et LG, on aura les cinq relations

$$p + q + r = \text{const.}, \qquad s + t + u = \text{const.},$$

$$l^2 + p^2 = s^2 \qquad m^2 + q^2 = t^2, \qquad n^2 + r^2 = u^2,$$

qui donnent, entre les variations que peuvent éprouver les différentes quantités, les relations

$$dp + dq + dr = 0 \qquad ds + dt + du = 0$$

$$pdp = sds \qquad qdq = tdt \qquad rdr = udu;$$

puis, en éliminant successivement dn, dr, dt et ds, on obtient

$$(ptu - rst)\, dp = (rst - qsu)\, dq;$$

d'où

$$\frac{dp}{dp + dq} \text{ c'est-à-dire } \frac{df}{dg} = \frac{rst - qsu}{ptu - qsu}.$$

C'est là la forme sous laquelle Jacques Bernoulli emploie cette équation, en y remplaçant chaque quantité par sa valeur infinitésimale. Son frère lui donna la forme plus élégante et plus commode

$$df\left(\frac{p}{s} - \frac{q}{t}\right) = dg\left(\frac{r}{u} - \frac{q}{t}\right),$$

c'est-à-dire

$$df.d\,\frac{dx}{ds} = -\,dg.d\,\frac{dx'}{ds};$$

ou, avec les notations modernes,

$$\delta x.d\,\frac{dx}{ds} = -\,\delta x'.d\,\frac{dx'}{ds} \qquad \text{(M}$$

en désignant par (x,y), (x', y'), deux points consécutifs.

La seconde équation est calculée en supposant que ds soit constant, les deux coordonnées de chaque point pouvant varier.

Pour cela, (*fig.* 6), on imagine que les deux points intermédiaires F et G se déplacent sur deux petits arcs de cercles ayant leurs centres en B et en C. Alors les cinq relations qui existent entre les variations des différentes quantités sont

$$dl + dm + dn = 0, \qquad dp + dq + dr = 0,$$

$$ldl + pdp = 0, \qquad mdm + qdq = 0, \qquad pdp + rdr = 0,$$

et, en éliminant dl, dm, dn et dr, on obtient la relation

$$df\left(\frac{p}{l}-\frac{q}{m}\right)=dg\left(\frac{r}{n}-\frac{q}{m}\right),$$

ou bien

$$\delta x.d\,\frac{dx}{dy}=-\,\delta x'.d\,\frac{dx'}{dy'}, \qquad \text{(N)}$$

les différentielles étant prises en considérant l'arc comme la variable indépendante.

Par une élimination pareille, on obtiendra une seconde relation semblable

$$\delta y\,d\,\frac{dy}{dx}=-\,\delta y'd\,\frac{dy'}{dx'}. \qquad \text{(N')}$$

Supposons maintenant qu'on veuille résoudre le premier des deux problèmes proposés.

Soit ABN (*fig.* 5) la courbe de longueur donnée, qui rend maxima l'aire APZ d'une autre courbe construite sur les mêmes ordonnées avec des abscisses PZ, fonctions données des abcisses PF.

Nous ne ferons pas varier y, et nous emploierons, par conséquent, la première relation (M).

L'aire élémentaire que l'on veut rendre maxima est $f(x)\,dy$. Donc, si on considère deux points consécutifs F et G, on aura, y étant la variable indépendante

$$f'(x)\,\delta x=-f'(x')\,\delta x';$$

dès-lors, en divisant membre à membre la relation (M) par celle-ci, on obtient

$$\frac{d\,\dfrac{dx}{ds}}{f'(x)}=\frac{d\,\dfrac{dx'}{ds}}{f'(x')}.$$

ou bien

$$d\frac{dx}{ds} = Cf'(x)\,dx,$$

ce qui donne, en intégrant,

$$\frac{dx}{ds} = Cf(x) + C',$$

équation qui se réduit immédiatement aux quadratures.

Pour le second problème, où l'abscisse doit être une fonction de l'arc, on emploiera la seconde relation.

Mais il faut ici un peu plus d'attention pour exprimer la condition de maximum particulière au problème.

L'aire B'PIC' (*fig.* 4) doit être maxima. Par conséquent, lorsque l'arc BFGC change de forme pour devenir $BF_1G_1C_1$ et que, par suite, l'arc B'F'G'C' devient $B'F'_1G'_1C'_1$, cette aire ne doit pas avoir changé de valeur.

Si nous nommons toujours s, t, u, les trois longueurs BF, FG, GC_1 et si nous nommons z la longueur de l'arc de courbe jusqu'au point B, nous devrons avoir l'égalité

$$f(z)\,PK + f(z+s)\,KL + f(z+s+l)\,LI = f(z)\,(PK - K_1K)$$
$$+ f(z+s)\,(KL + K_1K + LL_1) + f(z+s+l)\,LI - LL_1),$$

qui se réduit à

$$f'(z)\,s.K_1K = f'(z+s)\,t.LL_1,$$

ou bien

$$f'(z)\,\delta y = f'(z')\,\delta y',$$

en supposant $s = t$, ce qui est possible, puisque l'on a pris l'arc pour la variable indépendante.

Alors, en combinant cette équation avec la relation (N') on obtient

$$\frac{d\,\frac{dy}{dx}}{f'(z)} = \frac{d\,\frac{dy'}{dz'}}{f'(z)} = \text{const.}, \qquad (2)$$

d'où résulte

$$d\,\frac{dy}{dx} = Cf'(z)\,dz,$$

en rétablissant le facteur dz qu'amène la différentielle du premier membre.

Puisque cette différentielle est calculée en prenant l'arc pour variable indépendante, on tire

$$\frac{dy}{dx} = Cf(z) + C',$$

qu'on ramène facilement aux quadratures.

Telle est, à quelques modifications près, peu importantes, la manière dont Jean Bernoulli présente l'intégration de ces problèmes. La solution de son frère, quoique la même au fond, offre des calculs beaucoup plus longs : cela tient à ce que Jacques Bernoulli conserve aux relations (M) et (N) leur première forme ; il y fait directement la substitution au moyen des notations infinitésimales, ce qui amène des différentielles du 3e ordre ; de sorte que les équations finales des deux problèmes se trouvent toutes deux compliquées de différentielles jusqu'au 3e ordre, et il est obligé de faire deux intégrations avant d'en obtenir la forme simple sous laquelle, d'autre façon, on les trouve directement [1].

Ces deux questions ne sont pas les seules qui aient été résolues par les Bernoulli. La plus remarquable de celles que traite Jean

[1] *Voir la note B* relative à la solution fausse donnée par Jean Bernoulli.

Bernoulli dans son mémoire de 1718 est celle-ci, qui avait été aussi résolue par son frère :

Trouver entre deux points fixes la forme d'une courbe de longueur donnée qui rende maxima l'aire d'une autre courbe construite avec des abscisses qui soient des fonctions données des arcs de la première, et avec des ordonnées égales aux ordonnées correspondantes de la première. Cela revient à trouver la position d'équilibre d'une chaîne de longueur donnée, suspendue entre deux points fixes, lorsque sa densité est variable et par conséquent fonction de l'arc : car on cherche à rendre maxima l'intégrale $\int f(s)\rho y ds$, ce qui est la condition pour que le centre de gravité soit le plus bas possible. Il donne aussi le moyen de trouver la brachistochrone parmi les courbes isopérimètres.

Ces solutions, aussi bien que celles des autres questions qu'il traite également, sont fondées sur les mêmes principes que celles qui viennent d'être exposées en détail. Ce qui précède suffit donc pour faire connaître le caractère des méthodes employées par les Bernoulli et permettre d'apprécier jusqu'à quel point elles ont mis sur la voie des procédés modernes.

III

Pendant l'intervalle qu'embrassent les travaux des Bernoulli sur le problème des isopérimètres, c'est-à-dire jusqu'en 1718, il n'y a que deux géomètres qui se soient occupés de la même question, et tous deux, sans prétendre à l'invention, ont seulement cherché à abréger ou à simplifier la solution donnée par Jacques Bernoulli.

Le premier est le célèbre Taylor, qui, lorsqu'il publia en 1713 son ouvrage intitulé *Methodus incrementorum directa et inversa*, y plaça les solutions du problème des isopérimètres ; mais, en cherchant à abréger l'analyse un peu longue et diffuse du mé-

moire de Jacques Bernoulli, il est arrivé à se rendre presque inintelligible : il est à peu près impossible d'entendre partout ce qu'il dit sur cette matière. C'est, du reste, un défaut dans lequel il tombe très-fréquemment à force de vouloir être court. D'ailleurs, son calcul, très-concis, le mène à une équation du troisième ordre : c'est donc seulement une abréviation fort peu utile du travail original.

L'autre est Jacques Hermann (1678-1733), élève de Jacques Bernoulli, successivement professeur à Padoue jusqu'en 1713, puis à Francfort-sur-l'Oder, enfin attiré en 1724 à Saint-Pétersbourg, sur sa réputation, par le czar Pierre. Son travail sur le problème des isopérimètres fut publié en 1718, dans les *Acta eruditorum* en même temps et dans le même numéro que celui de Jean Bernoulli. Dans ce mémoire, qu'il annonce comme déjà ancien et ayant été communiqué à différentes personnes plusieurs années auparavant, il dit qu'il se propose seulement de commenter et de simplifier l'«admirable» solution de Jacques Bernoulli, et ses solutions diffèrent extrêmement peu de celles que donnait en même temps Jean Bernoulli comme lui appartenant en propre. Elles le conduisent de même à trouver l'intégrale première du problème; et leur forme, quoiqu'elle se rapproche moins de celle qui est restée définitivement à ces calculs, est cependant fort élégante. Ces solutions ont même cet avantage que, quoiqu'il démontre par la géométrie les deux lemmes qu'emploie Jean Bernoulli et sous la même forme ou à peu près, il donne le moyen de résoudre les deux problèmes primitifs en employant le premier, et la solution qu'il obtient du second problème est peut-être un peu plus courte que celle qui est exposée précédemment. Peut-être que, si Hermann avait publié plus tôt son travail, celui de Jean Bernoulli n'eût jamais vu le jour : c'est probablement par égard pour ce dernier qu'il ne voulut rien publier avant lui sur ce sujet.

IV

Pour compléter l'histoire du problème des isopérimètres proprement dit, il nous reste à rendre compte d'une solution, donnée par Maclaurin, de presque tous les problèmes de maxima ou de minima qui avaient occupé les géomètres jusqu'à lui (*Traité des Fluxions*, chap. XIII). Le travail de Maclaurin est postérieur aux premiers mémoires d'Euler et n'a été publié que vers 1740. Cependant il doit être placé dans la première époque de l'histoire qui nous occupe ; la méthode y est purement géométrique, elle affecte même autant que possible les formes de la géométrie des anciens, et on voit l'auteur, imitant l'exemple qu'avait souvent donné Newton, démontrer une seconde fois par la synthèse les vérités qu'il a trouvées par l'analyse infinitésimale : c'est là, du reste, quelque chose de très-fréquent chez les auteurs anglais de cette époque. Quoique extrêmement ingénieuses et possédant même une certaine généralité, les solutions de Maclaurin n'ont pas une importance réelle dans l'histoire de la science : elles ne méritent en aucune façon d'être comparées à celles qu'avaient données auparavant les Bernoulli; elles n'ouvraient point de voies nouvelles et n'ont point eu de part aux progrès de la science.

Maclaurin se propose de rechercher d'une façon toute spéciale la ligne de plus vite descente sous l'action d'une force de direction constante ou dirigée vers un centre fixe, d'abord d'une manière absolue, et ensuite parmi les isopérimètres, « immédiatement, dit-il, par les premières fluxions, sans diviser les éléments de la courbe en deux ou plusieurs parties, et d'une manière qui fournira une démonstration synthétique propre à vérifier la solution. »

Maclaurin commence par démontrer un lemme préliminaire,

qui joue dans sa solution le même rôle que la proposition de Fermat dans la recherche de la brachistochrone par Jean Bernoulli. C'est que, si on suppose une oblique eE et sa projection bE parcourues chacune par un mobile, avec des vitesses u et a données, u étant moindre que a, pour que la différence des temps employés soit un minimum, il faut que $\cos E = \frac{u}{a}$.

Si maintenant on veut obtenir la ligne de plus vite descente d'un point A à une verticale donnée HD, la projection totale KD de la courbe sur une horizontale est donnée : la courbe cherchée est évidemment celle pour laquelle il y a la plus petite différence possible entre le temps du parcours et le temps qu'il faudrait pour parcourir KD avec la plus grande vitesse, c'est-à-dire avec la vitesse au point le plus bas. Si donc on considère un élément, il faudra que

$$\cos E = \frac{u}{a},$$

u étant la vitesse en E, vitesse qui doit être une fonction connue de la coordonnée AP $= y$. On obtient donc immédiatement l'équation de la courbe, qui est

$$\frac{dx}{ds} = \frac{u}{a}.$$

On peut remarquer que cette solution, qui ne diffère pas essentiellement, comme il est facile de voir, de la solution de Jean Bernoulli, rapportée précédemment, peut recevoir une certaine généralité.

Toutes les fois qu'on voudra considérer une intégrale de la orme

$$\int \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} f(y)\, dx,$$

on pourra regarder la recherche de la courbe qui la rend un maximum ou un minimum comme identique avec la recherche d'une courbe de plus vite descente ; il n'y a qu'à supposer que la force de direction constante sous l'action de laquelle s'effectue la chute du point matériel soit telle que l'expression de la vitesse en chaque point soit $\frac{1}{f(y)}$; et comme la solution de Maclaurin suppose la force de direction constante, l'intégrale ne doit renfermer qu'une seule des coordonnées [1].

Maclaurin ramène au précédent le problème de la plus vite descente dans les isopérimètres, de la manière suivante. Soit T le temps du parcours de la courbe et t le temps que mettrait un point à glisser le long de cette courbe avec une vitesse uniforme a : il est clair que la courbe cherchée est celle pour laquelle $(\alpha T + t)$ est un minimum, α étant une constante quelconque. L'élément infiniment petit de cette somme est

$$\alpha \frac{ds}{du} + \frac{ds}{a}$$

[1] Dans la solution de Maclaurin, la force est supposée de direction constante, parce qu'on considère la *descente* du point matériel d'un plan horizontal à un autre. Si on la considère comme ayant lieu d'une des sphères de niveau à une autre, on supposera la pesanteur dirigée vers un centre fixe, et fonction de la distance seule. Dans ces deux cas, la vitesse sera fonction d'une seule variable, et c'est la condition essentielle pour que la solution soit applicable. Pour que la vitesse fût fonction des deux variables, il faudrait que les surfaces de niveau ne fussent ni des plans ni des sphères concentriques, et alors le problème de la plus vite descente de l'une à l'autre n'aurait plus aucune analogie avec le problème naturel que se proposait Maclaurin. Au reste, il est facile de s'assurer que l'intégrale première de la courbe cherchée, que l'on trouve par la méthode précédente, ne convient pas lorsque la vitesse est fonction des deux coordonnées.

ou

$$ds\left(\frac{\alpha}{u}+\frac{1}{a}\right)$$

ou

$$\frac{ds}{V},\ \text{en posant } V=\frac{1}{\frac{\alpha}{u}+\frac{1}{a}}.$$

Par conséquent, il suffit de chercher à rendre minima l'intégrale $\int\frac{ds}{V}$, c'est-à-dire qu'on considèrera la chute comme ayant lieu de façon que la vitesse en chaque point soit exprimée par la formule ci-dessus; on résoudra ainsi le problème, sans s'occuper davantage de la condition relative à la longueur. Cela revient exactement à faire usage de la règle d'Euler, pour les minima relatifs, règle dont par conséquent on pourrait aussi revendiquer l'honneur pour Maclaurin, en partie, puisqu'il en a découvert l'emploi, quoique sans le généraliser, si le *Traité des fluxions* n'était postérieur aux mémoires d'Euler.

Par des considérations analogues, l'auteur anglais parvient à des solutions très-élégantes des deux problèmes de Jacques Bernoulli, et même du problème de la chaînette d'inégale densité.

Pour le premier, il remarque, d'abord, que le lemme posé plus haut peut être ainsi énoncé : Pour que $eE.a - KE.u$ soit minimum, il faut que $\cos E = \frac{u}{a}$. Dès-lors, en le généralisant, on en conclut que, pour que la quantité

$$(eE + EE' + etc.)\,a - KE.u - K'E'.u',\ \text{etc.}$$

soit un minimum, il faut que

$$\cos E = \frac{u}{a},\ \cos E' = \frac{u'}{a},\ \text{etc.}$$

Par conséquent, si on considère les longueurs KE, K'E', etc., comme les différentielles des ordonnées d'une courbe eEE'..., et si on construit une autre courbe mMM'... correspondante sur des abscisses MP qui soient des fonctions données u des abscisses PE, on voit que l'aire de la courbe supérieure sera maximum, si on dispose chaque point E sur son horizontale de manière à ce que l'on ait cos E $= \frac{u}{a}$; car alors (eEE'... $\times a -$ ΣPP'.MP) sera minimum.

Pour le second problème, on démontre d'abord que, si on veut rendre aussi grande que possible la somme

$$ep.a + \text{KE}.\ u + \text{K'E'}.u' \ldots,$$

chacun des éléments de la ligne brisée étant supposé de grandeur invariable, et les quantités u, u'... étant données, il faut que, en chaque point, cotang E $= \frac{u}{a}$. Alors, en regardant u comme une fonction donnée de la longueur en chaque point de l'arc eEE'..., il s'ensuit, pour la forme que doit prendre cette courbe eEE'... afin que l'aire pMM'... soit maximum, l'équation

$$\frac{dy}{dx} = \frac{u}{a}, \text{ c'est-à-dire } \frac{dy}{dx} = \frac{f(s) + h}{a}.$$

C'est l'équation donnée plus haut et trouvée par Bernoulli.

On peut reconnaître maintenant les caractères que nous avons attribués aux solutions de Maclaurin : d'être extrêmement ingénieuses, de pouvoir acquérir une certaine généralité, et pourtant de ne présenter qu'un intérêt de curiosité, sans pouvoir prétendre à une place importante dans l'histoire du progrès de la science. D'ailleurs, quoique nous ne puissions préciser l'époque à laquelle elles ont été trouvées par Maclaurin, qui les a ensuite placées dans son *Traité des fluxions*, elles n'y ont été publiées que sept ou huit ans après la fixation des règles générales par Euler. Du reste l'auteur anglais semble ne pas avoir connaissance des tra-

vaux alors tout récents d'Euler ; on serait même tenté de croire, si la chose n'était évidemment impossible, qu'il n'a pas eu connaissance des mémoires d'Hermann et de Jean Bernoulli ; car il annonce, dans la préface de son livre, qu'il a traité « avec plus d'évidence et moins de danger des problèmes que l'on avait résolus d'une manière mystérieuse et par les secondes et les troisièmes fluxions. »

IV

Le plus ancien mémoire d'Euler qui soit relatif à ces questions de maximum et de minimum, dont la solution complète suffirait seule pour illustrer son nom, date de 1729 [1]. Ce fut Jean Bernoulli qui appela son attention sur ce genre de recherches, encore très peu exploré, en lui proposant le problème de la ligne la plus courte sur une surface. Une question aussi intéressante n'avait pu rester inaperçue des frères Bernoulli ; et, en effet, dès le début de leur carrière, en 1697, elle avait été proposée par Jean Bernoulli, dans les *Acta eruditorum*, pour les cylindres, les cônes et les conoïdes (surfaces de révolution). Elle fut résolue immédiatement par Jacques Bernoulli, qui publia en 1698 les solutions, sans en faire connaître l'analyse. Plus tard, Jean Bernoulli reprit cette question, la résolut pour toute surface, et proposa le problème en 1728 à Euler, encore très jeune alors, mais déjà célèbre. La solution qu'il en donna se trouve dans les *Commentaires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, tome III. Elle ne présente rien de saillant, et ne porte la trace

[1] Il est vrai que dès l'année 1726, Euler, alors âgé à peine de 19 ans, avait proposé aux géomètres le problème de la brachistochrone dans un milieu résistant, et l'avait, par conséquent, déjà résolu ; mais son mémoire à ce sujet ne fut publié qu'en 1739 ; il ne renferme rien qui se rapporte à une théorie générale.

d'aucune idée générale : il considère une surface comme le lieu d'une série de coupes faites par des plans parallèles ; et, comme question préliminaire, il cherche le chemin brisé le plus court d'un point à un autre, en touchant une ligne plane donnée. On aperçoit d'après cela la marche de la solution, qui ne présente aucune conclusion géométrique intéressante. Elle est beaucoup moins complète que celle de Jean Bernoulli, qui, du reste, emploie à peu près le même procédé.

Euler fut sans doute aussi frappé dès lors du peu de généralité et de l'insuffisance des méthodes géométriques particulières qu'on avait jusque alors toujours appliquées à ce genre de questions. Dès cette époque il commença à creuser plus avant dans cette matière, et à rechercher des résultats généraux.

En 1732, Euler présentait un mémoire intitulé : *Problematis isoperimetrici in latissimo sensu accepti solutio generalis* (publié dans les *Comm. Acad. Petrop.*, tome VI, en 1739). Ce mémoire très-important, est fort curieux en ce qu'il exprime clairement la transition des considérations de géométrie pure aux méthodes analytiques. Euler commence par établir le partage des problèmes dans lesquels on cherche des courbes jouissant d'une propriété de maximum ou de minimum en différentes classes, suivant que l'on demande, parmi toutes les courbes, quelle est celle qui jouit au plus haut degré d'une certaine propriété, ou bien que l'on astreint la courbe à satisfaire préalablement à une ou plusieurs conditions. Il ne considère toujours qu'une partie infiniment petite de la courbe; mais il remarque que, si dans les problèmes de la première classe il suffit de considérer deux éléments consécutifs, il faut en considérer trois dans ceux de la deuxième classe, quatre dans ceux de la troisième, et ainsi de suite. La raison en est que, dans la petite portion de courbe que l'on considère, le changement doit être complètement indéterminé, afin de convenir à la fois à toute la courbe et à chaque élément. Si l'on ne considère que deux côtés consécutifs de polygone infini-

tésimal, il n'y aura que le sommet intermédiaire qui soit variable, et par conséquent si le problème qu'on traite est du deuxième ordre, c'est-à-dire si ce sommet intermédiaire doit varier de manière à laisser satisfaite une certaine condition, cette indétermination n'existera plus suffisamment. Il faut donc considérer au moins trois éléments.

Il ébauche ensuite la solution des problèmes de la première classe en disant que, comme la propriété dont la courbe doit jouir au plus haut degré doit aussi exister au plus haut degré dans chaque portion, son expression pour deux éléments consécutifs ne doit pas changer si on fait varier infiniment peu l'ordonnée du sommet intermédiaire. Par conséquent si on forme les deux expressions, et si on égale à zéro leur différence, comme tous les termes contiendront en facteur la variation arbitraire, on obtiendra, après l'avoir supprimée, une équation différentielle qui exprimera la nature de la courbe cherchée. La solution est, comme on le voit, générale, mais l'exécution ne l'est pas: car Euler n'emploie pour obtenir les valeurs des différentes variations et arriver à l'équation finale que des considérations géométriques et des raisonnements absolument pareils pour le fond comme pour la forme à ceux que renferme la solution donnée par Jean Bernoulli, et rapportée précédemment, du problème relatif au solide de moindre résistance : cette solution étant, par le fait, géométrique, s'applique seulement au cas où l'intégrale ne renferme que des différentielles du premier ordre.

Quant aux problèmes des classes supérieures, qu'il n'appelle pas encore problèmes de maxima et de minima relatifs, c'est dans ce travail qu'Euler expose, pour la première fois, la règle qui porte encore son nom.

En égalant à zéro la variation des expressions élémentaires quand on fait varier deux ordonnées consécutives de quantités α et β, pour l'une et pour l'autre des deux intégrales qu'on doit considérer dans un problème de deuxième classe, par exemple, on obtient deux équations de la forme

$$P\alpha + Q\beta = 0 \qquad\qquad R\alpha + S\beta = 0.$$

D'ailleurs

$$Q = P + dP, \qquad\qquad S = R + dR;$$

d'où résulte, en éliminant α et β et intégrant, pour l'équation différentielle de la courbe cherchée,

$$P + aR = 0.$$

a désignant une constante arbitraire.

Après avoir ainsi ramené les problèmes de toutes classes à ceux de la première, Euler revient à eux, et, sans poser encore de formules générales, il fait un tableau des formes qu'affecte l'équation finale pour un certain nombre de formes différentes de l'intégrale, et il termine par un exemple où cette intégrale renferme une fonction des deux coordonnées et de l'arc de courbe. C'est la première fois qu'on voit traiter une intégrale renfermant elle-même une autre fonction intégrale.

Pour bien faire comprendre la manière d'opérer d'Euler, donnons un exemple et supposons que, parmi les courbes de longueur donnée, on cherche celle pour laquelle l'intégrale $\int x^n ds$ est un maximum.

Il faudra ici considérer trois éléments de la courbe, et nous ferons varier seulement les ordonnées des deux sommets intermédiaires (*fig.* 10). Nous devons exprimer que pour les deux contours $a\,b\,c\,d$, $a\,\beta\,\gamma\,d$, les deux intégrales $\int x^n ds$ et $\int ds$ ont les mêmes valeurs, ce qui donne les deux conditions

$$\overline{OA}^n.\,ab + \overline{OB}^n.\,bc + \overline{OC}^n.\,cd = \overline{OA}^n.\,a\beta + \overline{OB}^n.\,\beta\gamma + \overline{OC}^n.\,\gamma d$$

$$ab + bc + cd = a\beta + \beta\gamma + \gamma d$$

Mais $a\beta = ab + \beta m$ et $\beta m = \frac{bM}{ab} b\beta$

$$\beta\gamma = bc - (b\mu + c\nu) \text{ et } b\mu = \frac{cN}{bc} b\beta, \quad c\nu = \frac{cN}{bc} c\gamma$$

$$\gamma d = cd + \gamma h \text{ et } \gamma n = \frac{Pd}{cd} c\gamma$$

En substituant, il ne restera plus dans les deux égalités que les deux quantités $b\beta$ et $c\gamma$. Il vient

$$\left(\overline{OA}^m \cdot \frac{bM}{ab} - \overline{OB}^n \frac{cN}{bc}\right) b\beta = \left(\overline{OB}^n \frac{cN}{bc} - \overline{OC}^n \frac{Pd}{cd}\right) c\gamma$$

$$\left(\frac{bM}{ab} - \frac{cN}{bc}\right) b\beta = \left(\frac{cN}{bc} - \frac{Pd}{cd}\right) c\gamma$$

On voit sur la figure que dans chaque égalité, le premier et le second membre sont bien deux états consécutifs d'une même fonction, correspondant à deux éléments consécutifs de la courbe; dans la première égalité cette fonction est $d\left(x^n \frac{dy}{ds}\right)$, $b\beta$; dans la seconde c'est $d\left(\frac{dy}{ds}\right) \cdot b\beta$. Nos équations sont donc bien de la forme indiquée plus haut; et, en opérant de la même façon, on aura, après élimination des deux quantités $b\beta$ et $c\gamma$, et après intégration, l'équation différentielle de la courbe cherchée

$$d\left(x^n \frac{dy}{ds}\right) + a.d\left(\frac{dy}{ds}\right) = 0.$$

ou, en intégrant encore une fois,

$$(x^n + a)\, dy = b ds.$$

La constante a sera déterminée, toutes les intégrations faites, par la condition relative à la longueur totale de la courbe.

Quelques années plus tard (*Comm. Acad. Petrop.*, tome VI), en 1736, Euler produisit de nouvelles recherches (publiées seulement en 1741), les formules établies précédemment ne s'étant pas, dit-il, trouvées suffisantes dans plusieurs cas. Il considère pour la première fois des intégrales renfermant des dérivées d'un ordre supérieur au premier, et remarque qu'il ne suffit pas alors d'examiner l'effet produit par la variation d'une ordonnée sur les deux éléments voisins; cette variation affecte des éléments qui précèdent, comme il est facile de le voir en regardant les différentielles comme les limites des différences finies.

La méthode qu'emploie Euler dans ce mémoire ne diffère que très-peu de celle qu'il adopta ensuite définitivement; elle est tout à fait générale, quoique l'exposition en soit encore un peu embarrassée. La voici dans ce qu'elle a d'essentiel, seulement simplifiée et quelque peu éclaircie par l'emploi des notations symétriques du calcul des différences.

Tout revient à savoir exprimer la variation qu'éprouve l'intégrale lorsque une ou plusieurs ordonnées consécutives viennent à éprouver un changement. Euler établit dans ce but une expression générale qui lui fournit ce que nous appelons l'équation indéfinie du problème. Nous supposerons dans ce qui suit qu'on ne fait varier qu'une seule ordonnée, ce qui suffit même dans les problèmes de maxima ou minima relatifs, d'après la règle ci-dessus. Le changement de forme de la courbe ne s'étend qu'aux deux éléments contigus à l'ordonnée variant; mais il faut affecter un nombre plus grand d'éléments de l'intégrale et ce nombre dépend de l'ordre différentiel de la fonction renfermée sous le signe d'intégration.

Considérons une série d'ordonnées :

$$\cdots \; y_{-6} \quad y_{-5} \quad y_{-4} \quad y_{-3} \quad y_{-2} \quad y_{-1} \quad y \quad y_1 \quad y_2 \quad y_3 \; \cdots$$

La formule générale du calcul des différences $\Delta^n y = (y - 1)^n$

donne pour la différence n^e d'une ordonnée de rang quelconque y_p

$$\Delta^n y_p = y_{p+n} - n y_{p+n-1} + C_n^2 y_{p+n-2} - C_n^3 y_{p+n-3} + \ldots\ldots \pm y_p$$

Supposons maintenant que l'une des quantités y vienne à être altérée, par exemple y_1 qui devient $y_1 + \varepsilon$. Puisque, dans l'expression ci-dessus de $\Delta^n y_p$, il n'entre que des ordonnées dont l'indice est plus grand que p, les différences de y_2, $y_3 \ldots$, ne changeront pas ; mais celles des ordonnées à indices moindres seront altérées ; nous désignerons ces altérations par la caractéristique δ.

$$\Delta^1 y_p = y_{p+1} - y_p \qquad \delta.\ \Delta y_1 = -\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta y = +\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta y_{-1} = 0$$

ainsi que toutes les différences suivantes.

$$\Delta^2 y_p = y_{p+2} - 2y_{p+1} + y_p \qquad \delta.\ \Delta^2 y_1 = +\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta^2 y = -2\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta^2 y_{-1} = +\varepsilon$$

et toutes les différences secondes suivantes ne changeront pas.

$$\Delta^3 y_p = y_{p+3} - 3y_{p+2} + 3y_{p+1} - y_p \qquad \delta.\ \Delta^3 y_1 = -\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta^3 y = -3\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta^3 y_{-1} = +3\varepsilon$$

$$\delta.\ \Delta^3 y_{-2} = -\varepsilon$$

et toutes les différences troisièmes suivantes ne changeront pas.

La loi est évidente.

De là, en divisant par Δx, Δx^2, ... on déduit que, pour un $\delta y_1 = \varepsilon$,

$$\delta.\frac{\Delta y_1}{\Delta x} = -\frac{\varepsilon}{\Delta x} \qquad \delta.\frac{\Delta^2 y_1}{\Delta x^2} = +\frac{\varepsilon}{\Delta x^2} \qquad \delta.\frac{\Delta^3 y_1}{\Delta x^3} = -\frac{\varepsilon}{\Delta x^3} \text{ etc.}$$

$$\delta.\frac{\Delta y}{\Delta y} = +\frac{\varepsilon}{\Delta x} \qquad \delta.\frac{\Delta^2 y}{\Delta x^2} = -\frac{2\varepsilon}{\Delta x^2} \qquad \delta.\frac{\Delta^3 y}{\Delta x^3} = +\frac{3\varepsilon}{\Delta x^3}$$

$$\delta.\frac{\Delta^3 y_{-1}}{\Delta x^2} = +\frac{\varepsilon}{\Delta x^2} \qquad \delta.\frac{\Delta^3 y_{-1}}{\Delta x^3} = -\frac{3\varepsilon}{\Delta x^3}$$

$$\delta.\frac{\Delta^3 y_{-2}}{\Delta x^3} = +\frac{\varepsilon}{\Delta x^3}$$

Soit maintenant une intégrale $\int Z dx$, et soit

$$dZ = M dx + N dy + P dp + Q\, dq,$$

en supposant ainsi, pour fixer les idées, que Z ne contient pas les dérivées de y au-delà du second ordre.

L'ordonnée y_1 vient à être altérée de la quantité ε : alors un certain nombre d'éléments de l'intégrale le sont aussi, et il s'agit d'obtenir l'expression de la variation totale (*incrementum*, dit Euler,) de l'intégrale.

En désignant par les mêmes indices 1, — 1, — 2, etc., attribués aux ordonnées, tout ce qui se rapporte aux différents points correspondants à ces ordonnées, on a

$$\begin{aligned}
\delta Z_1 &= M_1 \delta x_1 + N_1 \delta y_1 + P_1 \delta p_1 + Q_1 \delta q_1 \\
\delta Z &= M\, \delta x + N\, \delta y + P\, \delta p + Q\, \delta q \\
\delta Z_{-1} &= M_{-1} \delta x_{-1} + N_{-1} \delta y_{-1} + P_{-1} \delta p_{-1} + Q_{-1} \delta q_{-1} \\
\delta Z_{-2} &= M_{-2} \delta x_{-2} + N_{-2} \delta y_{-2} + P_{-2} \delta p_{-2} + Q_{-2} \delta q_{-2}, \text{ etc.}
\end{aligned}$$

D'abord, les δx sont nuls. Maintenant, au lieu des δy, δp, δq,

nous mettrons les valeurs des δy, $\delta.\frac{\Delta y}{\Delta x}$, $\delta.\frac{\Delta^2 y}{\Delta x^2}$ trouvées plus haut, il viendra

$$\delta Z_1 = \varepsilon\left(N_1 - \frac{P_1}{\Delta x} + \frac{Q_1}{\Delta x^2}\right)$$

$$\delta Z = \varepsilon\left(\frac{P}{\Delta x} - \frac{2Q}{\Delta x^2}\right)$$

$$\delta Z_{-1} = \varepsilon.\frac{Q_{+1}}{\Delta x^2}$$

et tous les autres δZ seront nuls ; en d'autres termes, il n'y aura ici que trois éléments de l'intégrale qui seront altérés. En ajoutant, on obtiendra la variation totale de l'intégrale

$$\delta\int Z dx = \varepsilon\left[N_1 - \frac{P_1 - P}{\Delta x} + \frac{Q_1 - 2Q + Q_{-1}}{\Delta x^2}\right]dx$$

et en passant à la limite, on obtient pour la valeur de la variation

$$\delta\int Z dx = \varepsilon\left[N - \frac{dP}{dx} + \frac{d^2Q}{dx^2}\right]dx.$$

Alors, puisque, dans le genre de problème que nous avons en vue, il faut obtenir la condition pour que cette variation soit nulle quel que soit ε, nous devrons poser

$$N - \frac{dP}{dx} + \frac{d^2Q}{dx^2} = 0.$$

C'est la forme bien connue de l'équation indéfinie : et, d'ailleurs, la méthode est visiblement tout-à-fait générale.

A la fin de ce même mémoire de 1736, Euler cherche à traiter le cas où la fonction Z renferme une autre fonction intégrale ; il

n'y arrive ni complètement ni d'une manière satisfaisante. Mais il fait cette remarque essentielle : que le principe suivi jusques alors par tous les géomètres et par lui-même, et qui permet de considérer seulement le changement qu'éprouve une portion infiniment petite de l'intégrale, par suite du changement qu'éprouve la portion correspondante de la courbe, n'est plus alors généralement applicable.

En effet, ce principe suppose essentiellement que la valeur de Z et, par suite, la valeur de l'intégrale $\int Zdx$ pour un élément de la courbe ne dépend que de cet élément; or, si Z renferme une fonction intégrale, par exemple la longueur de l'arc comptée à partir d'un certain point, il est clair que la valeur de $\int Zdx$ pour un élément, ne sera plus indépendante de la forme de ceux qui le précèdent et, par conséquent, on ne pourra plus légitimement dire qu'il suffit de considérer ce qui se passe dans cet élément; de ce que la courbe, prise entre certaines limites finies, possédera une propriété de maximum ou de minimum, on ne pourra plus conclure que chaque partie possède cette même propriété. Il y a cependant un cas où le principe reste applicable : c'est celui où, la question étant un problème de maximum ou de minimum relatif, la fonction intégrale qui entre sous le signe d'intégration est précisément celle qui doit conserver une valeur totale constante entre certaines limites finies et déterminées : par exemple, les courbes doivent être de la même longueur, et c'est la longueur de l'arc qui entre sous le signe d'intégration. On peut alors supposer que la courbe se déforme de manière à ce que les parties comprises entre les mêmes ordonnées conservent la même longueur, et, ne considérant qu'un seul élément de longueur invariable, on cherchera la condition pour qu'il donne lieu à un maximum ou à un minimum. L'indépendance entre les diverses portions de la courbe

se trouve alors rétablie par là, et la liberté dans la variation de forme de la courbe, quoique incomplète, est encore suffisante pour que les résultats obtenus soient justes. Comme on le voit, on emploie, non le principe lui-même tel que nous l'avons énoncé, mais seulement sa réciproque, qui est évidemment toujours vraie. C'est précisément là le cas particulier dans lequel s'était trouvé Jacques Bernoulli, lequel se trouvait ainsi avoir pu appliquer, sans erreur, un fait qui n'est point exact si on le considère dans sa généralité.

Continuant ses travaux, et poursuivant son but à grands pas, Euler publia enfin, en 1744, un ouvrage complet sur le sujet constant de ses études, sur cette partie de la science qu'il avait reçue de ses prédécesseurs presque dans l'enfance, et qu'en moins de quinze années il avait portée presqu'à la perfection. Son célèbre traité, *Methodus inveniendi lineas curvas maximi vel minimi proprietate gaudentes*, est trop connu pour que nous ayons à en faire ici une analyse qui ne pourrait être que fort incomplète. Du reste les méthodes y sont, en principe, celles qui viennent d'être indiquées et qui étaient renfermées dans les mémoires antérieurs : on y trouve traités à peu près tous les problèmes qui peuvent se présenter sur un pareil sujet, et la matière y est considérée comme une généralité dont on aurait à peine osé concevoir l'idée vingt ans auparavant, et à laquelle nous venons de voir qu'Euler ne s'était lui-même élevé que par degrés. Pourtant il faut bien remarquer que le principe de la méthode est toujours le même que dans les premiers travaux de Jacques Bernoulli ; on considère des différences infiniment petites au lieu de grandeurs infiniment petites, ayant des significations géométriques ; mais cela n'altère pas le fond de la méthode. Elle consiste toujours à exprimer que la courbe cherchée est telle que, si on la fait changer de forme dans une portion infiniment petite de son cours, le changement qu'éprouve l'intégrale est nul. Il y a dans cette déformation infiniment petite et infiniment restreient

quelque chose de peu clair, qui n'est pas complétement satisfaisant pour l'esprit, et, si on examine avec soin l'exposition d'Euler, on y trouvera des points qui laissent certainement quelque chose à désirer sous le rapport de la rigueur. De plus, l'exécution pratique présente, si on veut compléter la solution d'un problème, des difficultés souvent insurmontables : Euler suppose dans sa théorie que l'intégrale considérée a des limites fixes, et la détermination des constantes arbitraires introduites nécessairement par l'intégration est subordonnée à cette intégration, et à la possibilité d'exprimer en termes finis l'intégrale en fonction de ces constantes et des limites. On conçoit que cette condition la rend souvent difficile, plus souvent même impossible, et éloigne des résultats quelquefois importants relatifs aux extrémités de la courbe cherchée.

Éviter ces défauts de la méthode jusque alors en usage fut le but des premiers travaux de Lagrange sur cette matière. Pour éviter ce que la théorie présentait de défectueux dans son exposition, il fallait rompre avec les principes mêmes de cette théorie : c'est ce qu'il fit. Au lieu de faire varier une seule ordonnée de la courbe, et de déformer ainsi cette courbe dans une portion infiniment petite de son cours, il eut l'idée de faire varier toutes les ordonnées à la fois en regardant l'accroissement, non plus comme une quantité numérique isolée, mais comme une fonction arbitraire, quoique infiniment petite. En même temps il cessa de déplacer chaque point sur son ordonnée, ce qui ne permettait de modifier la courbe qu'entre deux limites fixes, et il attribua une variation à chacune des deux coordonnées de chaque point. Outre ce que cette manière de faire présentait de plus satisfaisant et de plus général, l'exposition s'en trouvait extrêmement simplifiée : l'expression du changement qu'éprouvait l'intégrale pouvait être obtenue au moyen d'une sorte de différentiation tout à fait semblable à la différentiation ordinaire, et à laquelle Lagrange imposa le nom, dès lors adopté, de *variation*,

En même temps la détermination des constantes se trouvait dégagée de la résolution d'un problème subsidiaire à poser, une fois l'intégration effectuée ; la méthode s'appliquait sans plus de difficulté au cas où l'intégrale renfermait plus d'une fonction inconnue, au cas même où l'on voulait considérer une intégrale double. Le champ des recherches s'agrandissait à mesure qu'il était d'un accès plus facile. C'était bien là la réalisation du vœu que formait Euler, dont le génie ne s'était point fait illusion sur la valeur théorique de la méthode qu'il employait ; lorsqu'il écrivait dans le *Methodus inveniendi etc.* ; après avoir donné la formule de l'équation indéfinie : *Desideratur itaque methodus a resolutione geometrica et lineari libera, qua pateat in tali investigatione maximi vel minimi, etc.* (chapitre. II, § 39). Aussi Euler fut-il le premier à accueillir avec empressement la nouvelle méthode et les travaux qui allaient éclipser et presque faire oublier ce qu'il avait fait pour cette partie de la science.

Les premières études de Lagrange paraissent avoir suivi de fort près la publication du *Methodus etc.* : car une lettre à lui adressée par Euler prouve que, dès 1754, il était en possession des principes du calcul des variations. Voici un fragment de cette lettre, qui honore autant le caractère d'Euler que son talent et celui de Lagrange : « Votre solution analytique du problème des isopérimètres renferme, à ce que je vois, tout ce qu'on peut demander sur ce sujet ; je suis ravi de voir cette théorie, que presque seul depuis les premiers inventeurs j'avais traitée, ainsi poussée par vous à son entière perfection. L'importance du sujet m'a fait rédiger la solution analytique en m'aidant de vos travaux ; mais je ne publierai rien avant que vous ayez livré au grand jour les résultats de vos réflexions à ce sujet, de peur de vous enlever quelque chose de l'honnneur qui vous est dû. »

Il attendit plusieurs années : car c'est seulement en 1760 que Lagrange publia ses travaux sur la solution générale du problème des isopérimètres, ou plutôt sur la méthode des variations

(*Miscellanea Taurinensia*, tome II); mais, pour lui, la considération des problèmes géométriques, relatifs à la recherche des courbes jouissant de propriétés de maximum ou de minimum, était devenue un objet secondaire; et son but en perfectionnant la théorie des maxima et des minima pour les fonctions intégrales était d'un ordre plus élevé; car il en faisait la base de toute la mécanique, en prenant pour principe fondamental le principe de la moindre action. Le travail d'Euler sur le calcul des variations fut publié en 1764 (*Novi Comm. Acad. Petrop.*, tome X); et bientôt, après quelques discussions sans importance, la méthode de Lagrange avait complètement effacé la trace des travaux antérieurs, dont elle ne doit cependant pas nous faire perdre tout souvenir. Il

Note A.

Le tour de démonstration géométrique employé par Jean Bernouilli peut servir à démontrer que l'épicycloïde est la brachistochrone pour un point attiré par un centre fixe, proportionnellement à la distance.

Nous aurons également un problème à résoudre préalablement. — Etant donnés une circonférence et un angle infiniment petit O (*fig.* 11), et étant supposé qu'un mobile traverse cet angle avec la vitesse qu'il acquerrait en arrivant de la circonférence au point où se fait le trajet sous l'influence d'une force proportionnelle à la distance, où doit avoir lieu ce trajet pour que sa durée soit la plus petite possible? — Il est clair, d'abord, que la direction du trajet doit être celle d'une normale à OC; il reste à trouver le point M. Or, la durée du trajet est, en conservant les mêmes notations qui nous ont servi précédemment,

$\frac{(l+x)\,\theta}{v}$, et on a $d.v^2 = -2Krdr$, ou $v = \sqrt{K}\,\sqrt{R^2-r^2}$:

par conséquent, la durée du trajet est

$$\frac{(l+x)\,\theta}{\sqrt{K}\,\sqrt{2.Rx\cos\alpha - x^2}};$$

d'où résulte qu'on trouve, en différentiant à l'ordinaire, pour la condition du minimum

$$x = \frac{lR\cos\alpha}{l+R\cos\alpha}$$

Revenons, maintenant, à l'épicycloïde. On sait que pour

une épicycloïde intérieure, la développée est une autre épicycloïde intérieure semblable : c'est-à-dire que (*fig.* 12) MA étant une épicycloïde et QO sa développée, on aura la relation

$$\frac{CA'}{SA'} = \frac{CA}{SA}$$

ou, si on désigne par R, r, r' les rayons SC, $\frac{1}{2}$CA, $\frac{1}{2}$CA',

$$\frac{r}{R + 2r} = \frac{r'}{R}.$$

Ceci admis, abaissons la perpendiculaire SP ; on aura

$$\frac{CM}{CP} = \frac{CS}{CA} = \frac{CA}{AS} = \frac{CO}{OP}$$

ou bien

$$\frac{x}{R \cos \alpha} = \frac{l}{l + R \cos \alpha}$$

ce qui est précisément la condition trouvée plus haut. Par conséquent, si on imagine un point matériel attiré proportionnellement à la distance par le centre S et décrivant l'épicycloïde QA, il traversera chacun des angles tels que MOM', dans le moindre temps possible, et aussi leur ensemble, c'est-à-dire l'espace plan tout entier. Cette épicycloïde est donc la brachistochrone, dans cette hypothèse.

Ce même genre de considérations peut fournir une démonstration presque intuitive d'une propriété commune et caractéristique de toutes les brachistochrones planes. C'est que dans le mouvement d'un point sur une corde fixe brachistochrone, la composante normale de la force motrice est toujours égale à $\frac{V^2}{\rho}$, d'où résulte que la pression sur la courbe fixe est égale, à chaque instant, à $\frac{2V^2}{\rho}$.

C'est une propriété importante des brachistochrones, découverte par Euler, et dont il fait même dans sa *Mécanique* la base de la théorie des brachistochrones, après avoir montré qu'elle les caractérisait et pouvait, par conséquent, leur servir de définition nouvelle.

Nous supposerons qu'il existe une fonction des forces dans le mouvement du point matériel, et qu'on a, par conséquent,

$$\frac{1}{2} d.V^2 = Xdx + Ydy,$$

X et Y désignant les composantes de la force motrice et étant les dérivées partielles d'une fonction U.

Considérons alors un angle infiniment petit AOB (*fig.* 13), et cherchons à quelle distance du sommet O le mobile doit le traverser avec la vitesse qu'il a en arrivant sur OA, pour que la durée du trajet soit un minimum. Cette durée est, en désignant MO par r, $\frac{r\theta}{v}$. Il faut donc que $\frac{r}{v}$ soit minimum, d'où la condition

$$\frac{1}{v} - \frac{r}{v^2}\frac{dv}{dr} = 0. \qquad \text{ou} \qquad v\frac{dv}{dr} = \frac{v^2}{r}.$$

Mais $v\frac{dv}{dr} = X\frac{dx}{dr} + Y\frac{dy}{dr}$ et le second membre est évidemment la composante de la force motrice (X, Y), dans le sens OA. Donc la condition du minimum est que, au moment où le mobile arrive sur OA, la composante normale à OA de la force motrice soit égale à $\frac{v^2}{r}$.

Or si on imagine une série d'angles infiniment petits contigus l'un à l'autre, et que le mobile traverse chacun de ces angles dans le moindre temps possible, il est clair que la trajectoire sera la brachistochrone. D'ailleurs, les côtés de ces

angles se trouveront être les normales à cette brachistochrone. Par suite, les longueurs désignées par r seront les rayons de courbure, et la courbe tout entière aura la propriété énoncée plus haut, par ce seul fait qu'elle est brachistochrone.

Il est inutile que nous donnions ici, aux conséquences de cette proposition, des développements qu'on trouve dans la Mécanique d'Euler (Tome II, St. Pétersbourg, 1736.)

Note B.

Nous avons dit plus haut quelques mots des démêlés qui eurent lieu entre les deux frères Bernoulli, au sujet du problème des isopérimètres. Comme nous l'avons dit aussi, Jean Bernoulli ne publia d'abord (1697) que des résultats qui étaient faux, en partie, et dénotaient, par suite, une méthode fausse; puis, plus tard (1706), il publia l'analyse de ses solutions. Elle était complètement fausse; mais, comme les débats étaient éteints par la mort de son frère, cette erreur, qu'il avoua plus tard, sans la montrer, ne fut pas relevée. Il n'est pas dépourvu d'intérêt d'examiner de près cette analyse, afin de se rendre un compte exact du point où a pu être mis en défaut le génie si pénétrant de Jean Bernoulli.

Voici d'abord les solutions des deux problèmes posés par son frère, telles qu'il les explique lui-même dans les *Mémoires de l'Académie* (année 1706). — Nous ne répèterons pas l'énoncé donné plus haut.

Premier problème. — Après avoir dit qu'il suffisait de considérer une portion infiniment petite de la courbe et la portion correspondante de l'aire qui en résulte, il considère, dans cette courbe $BF\varphi$, deux éléments consécutifs. Si on en fait varier la

disposition, sans en faire varier la longueur totale, il faut que le changement éprouvé par l'aire $ZP\pi\zeta$ soit nul, d'après la nature du maximum.

Supposons donc que $FO + O\varphi = F\omega + \omega\varphi$, la distance $O\omega$ étant du second ordre. L'espace $LM\lambda\mu$ étant négligeable par rapport aux deux triangles ZLM et $\zeta\lambda\mu$, la condition du maximum est que ZLM soit équivalent à $\zeta\lambda\mu$, c'est-à-dire que $LM.ZC = \lambda\mu.\zeta\gamma$.

LM est la variation qu'éprouve la fonction $f(x)$, quand la variable x varie de TO; par conséquent, $LM = f'(x).TO$. De même $\lambda\mu = f'(x + dx).O\omega$; la condition est donc $f'(x).TO.FI = f'(x + dx).\theta\omega.\varphi K$.

Pour exprimer que la longueur totale des deux éléments n'a pas changé, on remarque que, dans cette hypothèse, les produits $FI.TO$ et $\varphi K.O\omega$ doivent être proportionnels à FO et $\varphi\omega$, à cause de l'égalité des hauteurs OS et $\omega\sigma$ des deux triangles OFT et $\omega\varphi\theta$. On a donc

$$f'(x).FO = f'(x + dx).\varphi\omega.$$

D'ailleurs, les deux longueurs FO et $\varphi\omega$ ou bien FO et $O\varphi$ sont en raison inverse des courbures en F et en φ, comme on le voit en remarquant que la corde $F\varphi$ serait perpendiculaire à la normale en O. Donc la quantité $\frac{f'(x)}{\varepsilon}$, ε étant la courbure, doit être une quantité constante d'un élément à un autre et, par conséquent, tout le long de la courbe, dont l'équation est ainsi

$$\frac{\varepsilon}{f'(x)} = \frac{ds}{a},$$

ou

$$\frac{ds\,\frac{d^2y}{ds^2}}{\frac{dx}{ds}f'(x)} = \frac{ds}{a}$$

ce qui donne par intégration $a \frac{dy}{ds} = f(x) + C$.

Second problème. — Supposons maintenant que chaque abscisse PZ soit fonction de l'arc BF. Alors LM $= f'(s)$. TS, et la condition est

$$f'(s)\,\mathrm{TS}.\mathrm{FI} = f'(s+ds).0\sigma.\varphi\mathrm{K},$$

ou

$$f'(s)\frac{dx}{ds}\,\mathrm{TO}.\mathrm{FI} = f'(s')\left(\frac{dx}{ds}\right)'.0\omega.\varphi\mathrm{K}$$

qui devient comme plus haut

$$f'(s)\frac{dx}{ds}.\,\mathrm{FO} = f'(s)'\left(\frac{dx}{ds}\right)'.\varphi\omega$$

d'où résulte l'équation

$$f'(s).\frac{dx}{ds}.\frac{1}{\varepsilon} = \text{const.}$$

c'est-à-dire

$$\frac{\frac{d^2y}{ds^2}}{\left(\frac{dx}{ds}\right)^2} = a\,f'(s).$$

On voit que le résultat trouvé pour le premier problème est exact, mais que le résultat trouvé pour le second est faux; l'équation qu'on devrait trouver est $\frac{d^2y}{ds^2} = a\,f'(s).\left(\frac{dx}{ds}\right)^3$, qui peut être intégrée immédiatement.

Il reste à indiquer l'erreur de Bernoulli. On a souvent dit que son erreur était de n'avoir pas considéré trois éléments de la courbe, ce qui fait que la variation éprouvée par la courbe n'a pas une indétermination suffisante. Cela est vrai en ce sens que, le principe de la solution étant insuffisant, les déductions

ne pouvaient pas y suppléer et mener à bien le problème. Mais ces déductions elles-mêmes sont fautives, et fautives d'un bout à l'autre, tellement qu'on y rencontre plus d'erreurs qu'il n'en faut pour expliquer la fausseté de l'un des résultats, et assez pour qu'il soit possible d'imaginer que l'autre se soit trouvé, par hasard, exact.

Les différences entre les coordonnées des points O et ω, c'est-à-dire les variations des coordonnées du point O, sont bien du second ordre, et il semble résulter de là qu'il soit permis de négliger, dans le raisonnement, les quantités du troisième ordre, comme le fait en effet Bernoulli dans toute sa solution; par exemple, en prenant la corde infiniment petite pour l'élément d'arc et confondant des points situés sur les cordes avec les points situés sur les arcs. Mais les quantités qui restent définitivement dans les formules, les quantités TO, TS, LM, sont des quantités du troisième ordre. On voit donc qu'on néglige constamment des grandeurs de même ordre que celles qu'on conserve. Pour n'en montrer qu'un seul exemple, on prend le point T pour le point de la courbe altérée correspondant au point O, et TO, qui est du troisième ordre, est la variation de l'abscisse; mais le point T n'est pas réellement sur cette courbe qui unit le point F au point ω, et il en est à une distance qui est du troisième ordre.

On voit donc l'incertitude complète qui reste sur le résultat trouvé après toute une série d'erreurs, série assez longue pour qu'il soit très-difficile de distinguer l'effet de chacune d'elles. On voit en même temps qu'il y a dans le second problème, une erreur de plus que dans la solution du premier, puisque, de plus, on y prend la différence, qui est du troisième ordre, de deux cordes infiniment petites, pour la différence des éléments d'arcs, tandis que chaque corde diffère de l'arc correspondant d'une quantité du troisième ordre.

En somme, ce que cette solution fausse et radicalement

fausse, présente de plus remarquable, c'est bien certainement la hardiesse avec laquelle l'auteur y manie les infiniment petits. Cette hardiesse, il est vrai, a cette fois dégénéré en imprudence; mais la confiance de Jean Bernoulli en ses forces et, pour ainsi dire, en son instinct de la vérité, se conçoit jusqu'à un certain point, quand on songe aux admirables solutions et aux résultats inespérés qu'ils lui avaient suggérés tant de fois. Même dans leurs erreurs bien rares, ce n'est jamais sans profit qu'on examine comment les féconds génies de la fin du XVIIe siècle suppléaient, par la géométrie infinitésimale, aux ressources insuffisantes de l'analyse.

Fig. 1

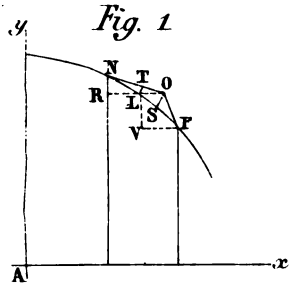


Fig. 5

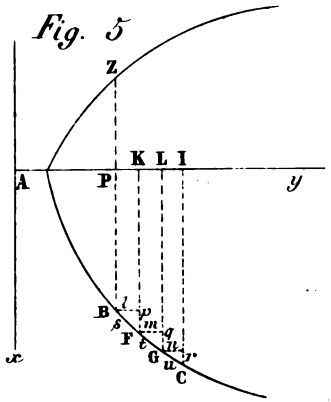


Fig. 6

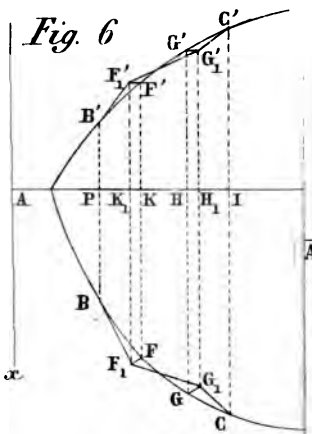


Fig. 9

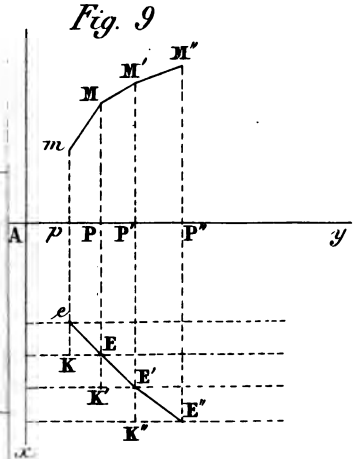


Fig. 10

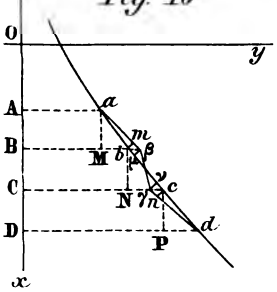
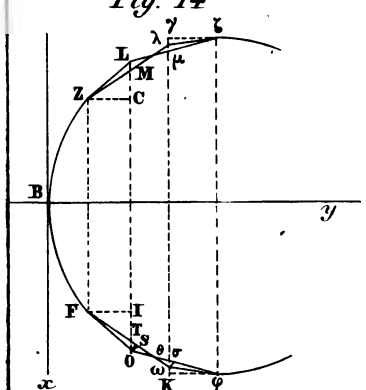


Fig. 14



L. Daniel Ixlle

DE L'EXISTENCE D'UN NOUVEAU MÉTAL,

LE THALLIUM[1],

Par M. LAMY,

Membre résidant.

SÉANCE DU 7 NOVEMBRE 1862.

Une des découvertes les plus belles et les plus fécondes dont les sciences physiques se soient enrichies depuis un demi-siècle, est la méthode d'analyse chimique que deux savants de Heidelberg, MM. Bunsen et Kirchhoff, ont fondée, il y a deux ans et demi à peine, sur la coloration communiquée aux flammes par les dernières particules des corps.

On savait que la vapeur de certains métaux ou de leurs composés peut donner à une flamme une nuance particulière d'autant mieux caractérisée que cette flamme est plus chaude et moins éclairante. Ainsi la flamme de l'alcool, celle de l'hydrogène, ou celle que l'on obtient en brûlant un mélange convenable de gaz d'éclairage et d'air, est colorée en jaune par le métal de la soude et par tous ses sels; elle est colorée en rouge par le strontium, en vert par le cuivre, ou par l'une de ses combinaisons.

On savait encore qu'en recevant sur un prisme de verre un faisceau lumineux émané du soleil, on n'obtient plus une lumière uniformément blanche, mais une image représentant toutes les nuances de l'arc-en-ciel, brillante portion de l'écharpe d'Iris, à laquelle Newton a donné le nom de *spectre solaire* (*fig.* 1). — Enfin, on avait remarqué que les lumières artificielles donnent aussi naissance à des images spectrales qui ne paraissent pas, à

[1] Ce mémoire comprend l'ensemble des communications successives que nous avons faites à la Société Impériale dans les séances des 2 et 16 mai, 20 juin, 1er août, 5 septembre et 7 novembre 1862.

une observation superficielle, différer essentiellement de celle que produit le soleil.

Mais si la flamme est peu éclairante, comme celle de l'hydrogène, ou du mélange de gaz et d'air employé par MM. Kirchhoff et Bunsen, vue à travers un prisme et avec le secours d'une lunette qui écarte toute lumière étrangère en grossissant les détails, elle donne à peine, sur un fond noir, des traces de couleur. Vient-on à introduire dans cette flamme pâle une minime quantité de sel-marin, aussitôt on voit apparaître une ligne transversale jaune, qui se projette avec un vif éclat dans le champ obscur de la lunette (*fig.* 2). Une parcelle de potassium ou d'un chlorure de ce métal, détermine l'apparition d'une raie rouge et d'une raie violette; le lithium produit également une ligne rouge, mais dont l'intensité est plus grande et la position autre que celles de la raie rouge du potassium.

En général, un métal ou l'une quelconque des combinaisons qu'il forme avec l'oxygène, le chlore, le soufre, etc., révèle toujours sa présence dans le spectre par des raies brillantes, plus ou moins nombreuses et visibles, caractérisées par leur position respective, leur netteté ou leur diffusion, leur nombre et leur coloration.

Tel est le fait fondamental, étudié par différents physiciens, que les illustres savants de Heidelberg ont mis en complète évidence, et sur lequel ils ont basé un procédé d'analyse qualitative, incomparablement plus sensible, plus rapide et plus facile que tous ceux usités jusqu'à ce jour dans les laboratoires. Que l'on en juge par deux exemples : — Avec la nouvelle méthode, l'œil peut percevoir dans une atmosphère la présence de moins de trois millionièmes de milligramme de soude ! — En quelques minutes, et par l'évaporation d'une goutte de liquide, un chimiste, tant soit peu exercé, peut faire l'analyse d'un mélange renfermant jusqu'à 9 métaux différents ! — Et ces résultats, tout merveilleux qu'ils puissent paraître, sont dépassés encore par

l'étendue du champ, jusqu'à présent inexploré, que la méthode nouvelle ouvre aux investigations de la chimie. Ses limites s'étendent en effet au-delà de notre système planétaire ; sa puissance permet de découvrir aussi bien les métaux contenus dans l'atmosphère du soleil et celle des étoiles, que les éléments disséminés dans l'écorce de notre globe !

Déjà les auteurs du nouveau procédé, en soumettant à leur examen diverses substances minérales, ont vu des raies rouge-foncé et bleu d'azur que n'avait présentées aucun des corps simples ou composés connus ; et, pleins de confiance dans la généralité de la loi qu'ils avaient établie, ils n'ont pas hésité à admettre l'existence de nouveaux éléments métalliques. Des recherches chimiques ultérieures ont, en effet, amené la découverte de deux métaux alcalins, presqu'identiques au potassium, et que MM. Bunsen et Kirchhoff ont appelés *cæsium* et *rubidium*, de la couleur des raies qui les avaient annoncés.

Une découverte de même nature, plus récente et peut-être plus importante, celle du *thallium*, vient de confirmer pour la troisième fois, la généralité et la fécondité de la méthode nouvelle. C'est ce dernier métal qui fait le sujet du mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Historique. — Au mois de mars de l'année dernière, un chimiste anglais, M. W. Crookes, annonça dans le *Chemical News*, qu'un dépôt sélénifère du Hartz, soumis à l'analyse spectrale, lui avait présenté une ligne verte caractéristique révélant l'existence d'un nouveau corps élémentaire, que les réactions chimiques tendaient à faire considérer comme un métalloïde appartenant probablement au groupe du soufre. Dans une seconde note intitulée : *Nouvelles remarques sur le corps supposé un nouveau métalloïde*, et publiée le 18 mai de la même année, M. Crookes proposait pour le nouvel élément le nom *prévisionnel* de *thallium*, du mot grec θαλλος ou du latin *thallus*, fréquemment employé pour exprimer la teinte verte d'une végétation

jeune et vigoureuse. Il avait rencontré cet élément en quantités considérables dans un échantillon de soufre de Lipari ; enfin, il indiquait la série des opérations par lesquelles il croyait l'avoir séparé des corps étrangers auxquels il était associé. Le procédé consiste à obtenir finalement une dissolution alcaline que l'on précipite par l'hydrogène sulfuré. Ce précipité, que l'auteur anglais regardait, non sans quelques doutes, comme le thallium pur, réduit de l'oxyde par l'hydrogène sulfuré, n'était pas en réalité du thallium.

Dans le courant d'avril de cette année, sans connaître les travaux de M. Crookes, dont nos Comptes-rendus de l'Académie des sciences et nos Annales de physique et de chimie n'avaient pas fait mention, sans doute à cause de l'incertitude qui régnait encore sur les résultats annoncés, j'ai découvert la même raie verte, dans les boues des chambres de plomb de l'usine de M. Kuhlmann, à Loos, où l'on fabrique l'acide sulfurique par la combustion des pyrites belges. Mais, plus heureux que le chimiste anglais, j'ai pu extraire de ces dépôts le nouvel élément, et le présenter, le 16 mai 1862, à la Société Impériale, non pas sous la forme d'une poudre noire plus ou moins analogue au sélénium ou au tellure, mais à l'état et avec toutes les propriétés caractéristiques d'un véritable métal [1].

[1] M. Crookes ayant essayé, par des publications postérieures aux nôtres, de s'attribuer la priorité de la découverte du *métal thallium*, nous oblige à rapporter ici des faits que nous aurions voulu passer sous silence.

C'est dans la séance du 16 mai 1862, comme en fait foi le procès-verbal de cette séance, procès-verbal authentique et incontestable, que j'ai, pour la première fois, montré le thallium métallique et donné une description de ses propriétés les plus essentielles à la Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille. Le 6 juin, dans l'intention de m'assurer par moi-même de ce qu'avait obtenu M. Crookes, dont le thallium, me disait-on, figurait à l'Exposition, et avant d'annoncer à l'Institut de France une découverte dont je n'étais plus matériellement sûr, je partis pour Londres, emportant un lingot de mon métal du

Propriétés physiques du thallium. — Le thallium présente tous les caractères d'un véritable métal, et, par la plupart de ses propriétés physiques, se rapproche beaucoup du plomb. Doué d'un vif éclat métallique dans une coupure fraîche, il paraît jaune lorsqu'on le frotte contre un corps dur; mais cette teinte est due à une oxydation, car le métal qui vient d'être isolé par la pile électrique au sein d'une dissolution aqueuse, ou fondu dans un courant d'hydrogène, est blanc, avec une nuance gris-bleuâtre qui rappelle l'aluminium.

Le thallium est très mou, peu tenace, mais très-malléable. On le lamine aisément, sans déchirure, sous la forme de rubans ayant seulement quelques millièmes de millimètre d'épais-

poids de 12 grammes environ. Après l'avoir montré à MM. Hofmann et Balard, j'eus l'honneur de le présenter, par leur encourageant intermédiaire, d'abord à la 2me classe du Jury international de l'Exposition, ensuite à la plupart des notabilités scientifiques de l'Europe, réunies, soit chez M. Hofmann, soit au grand banquet donné à Greenwich par la Société chimique de Londres. Ce lingot excita le plus vif intérêt de curiosité, et me valut de la part de tous ces savants éminents un accueil de bienveillance dont je leur suis profondément reconnaissant. La vérité est qu'à ce moment personne n'avait vu de thallium autre que quelques centigr. d'une poudre noire, exposée sous ce nom par M. Crookes, mais qui en réalité n'était pas, ne pouvait pas être du thallium. La vérité encore, c'est que tout le monde ignorait que ce fût un métal; je dirai même que de grands chimistes ne croyaient pas à son existence comme élément. Pressé de questions sur ses propriétés, sa nature, sa préparation, je ne fis aucun mystère de mes recherches, devant M. Crookes, qui ne fit aucune protestation, comme en presence de tous les autres savants qui m'interrogeaient. Je déclarai d'ailleurs, à M. Crookes en particulier, qu'aussitôt après mon retour à Lille, j'allais publier le résultat de ces recherches à l'Académie des sciences de Paris.

Or, à peine eus-je quitté l'Angleterre que M. Crookes s'empressa, le 19 juin, de communiquer à la Société royale de Londres, une note sous ce titre: *Recherches préliminaires sur le thallium.* Dans cette note, fort incomplète d'ailleurs, le chimiste anglais annonçait, pour la première fois, que le thallium était un métal, et donnait à peu près l'ensemble des propriétés physiques que je lui avais indiquées. Ensuite, le 21, il insérait

seur. Il peut être rayé par l'ongle et coupé facilement au couteau. Il tache le papier en laissant une trace à reflets jaunes. Sa densité est 11,862, avec une approximation au moins égale à un demi-centième ; sa chaleur spécifique 0,0325. Ce dernier nombre a été obtenu comme moyenne de deux expériences faites par la méthode des mélanges, avec l'appareil de M. Regnault, en opérant sur 262 grammes et 327 grammes de métal.

Le thallium fond à 290° environ du thermomètre centigrade et ne se volatilise qu'au rouge blanc. Les lingots obtenus par fusion ont une texture cristalline, visible à leur surface quand on a soin de les mettre dans l'eau pour dissoudre la pellicule d'oxyde qui les recouvre, et qui est attestée dans leur masse par le cri qu'ils font entendre quand on les plie.

dans le journal qu'il publie, *the chemical News*, une lettre d'un de ses amis qui déclarait avoir vu chez lui, dès le mois de janvier 1862, du thallium noir, présentant une surface brillante quand on le grattait avec un canif. Comme je n'ai eu l'honneur de lire mon mémoire à l'Académie des sciences de Paris que dans sa séance du 23, il en résultait que M. Crookes aurait eu la priorité de publication de la découverte du *métal* thallium, si je n'avais eu soin, dès le 16 mai précédent, d'annoncer cette découverte, et de montrer le métal lui-même à la Société impériale des sciences de Lille (Voyez *Bulletin des séances*, séance du 16 mai 1862, page IX.)

J'ajouterai que j'avais promis à M. Crookes de lui envoyer un exemplaire de ma communication à l'Académie des sciences, en lui demandant qu'en retour il voulût bien m'adresser les publications qu'il pourrait faire plus tard sur le même sujet. J'ai tenu scrupuleusement ma promesse aussitôt que l'extrait de mon mémoire a eu paru aux comptes-rendus de l'Académie, c'est-à-dire au commencement de juillet ; mais je n'ai eu connaissance de la note présentée par M. Crookes, le 19 juin, à la Société royale de Londres, que par l'article du *Cosmos*, en date du 3 octobre, qui annonçait l'apparition de cette note.

Voilà des faits exacts sur lesquels je m'abstiens de toute réflexion. Mais il restera évident pour chacun que si M. Crookes connaissait le thallium avant moi, si, à l'époque de mon voyage à Londres, il était en possession d'un lingot de ce metal fondu, comme il l'a affirmé dans sa lettre au *Cosmos*, il eût dû montrer, il eût dû exposer ce lingot. En tout cas, il ne devait s'en prendre qu'à lui-même de s'être laissé devancer par mes publications

Enfin le thallium et ses composés sont diamagnétiques. Un cristal de sulfate, suspendu entre les faces polaires de l'appareil de Faraday, prend la direction équatoriale. Un petit cylindre du métal lui-même s'oriente aussi transversalement sous l'influence magnétique. Dans ces expériences, on remarque que les effets d'induction développés dans le thallium par la rupture et la fermeture du circuit de la pile sont très-peu intenses, analogues à ceux qu'on observe dans le plomb, et permettent par conséquent de ranger cet élément parmi les métaux mauvais conducteurs de l'électricité et de la chaleur. Un essai de mesure directe de conductibilité pour la chaleur, que j'ai tenté, insuffisant pour la détermination du coefficient, a été assez approché toutefois pour légitimer la conclusion précédente.

Mais la propriété physique par excellence du thallium, celle qui, d'après les admirables travaux de MM. Kirchhoff et Bunsen, caractérise l'élément métallique, celle qui a amené sa découverte, c'est la faculté qu'il possède de donner à la flamme pâle du gaz une coloration verte d'une grande richesse, et dans le spectre de cette flamme, une raie unique, aussi isolée, aussi nettement tranchée que la double raie jaune du sodium, ou la raie rouge du lithium. Cette raie verte reste simple dans un spectroscope à quatre prismes qui dédouble nettement la raie jaune; elle peut, d'ailleurs, être renversée avec la plus grande facilité, par la lumière du soleil. Sur l'échelle micrométrique de mon appareil, elle occupe la division 120-121, celle du sodium étant à la division 100 (*fig.* 3). Elle correspond au numéro 1442,6 de l'échelle du gigantesque spectre solaire donné par M. Kirchhoff dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour 1861. Mais elle ne coïncide avec aucune des raies visibles de Frauenhofer, de sorte qu'on ne peut conclure à la présence du thallium dans l'atmosphère du soleil. — Je dois cette détermiuation précise à l'extrême obligeance de MM. Kirchhoff et Bunsen, eux-mêmes.

La plus légère parcelle de thallium ou mieux de l'un de ses

chlorures, qui sont beaucoup plus volatils, fait apparaître la ligne verte avec un éclat vraiment extraordinaire, mais peu durable. Un cinquante millionième de gramme peut encore, d'après mes évaluations, être aperçu dans un composé.

Propriétés chimiques. — Le thallium se ternit à l'air en se recouvrant d'une pellicule d'oxyde, qui devient gris-noirâtre à la longue, et préserve d'altération le reste du métal. Dans un vase ouvert, au-dessus d'un bain à 100°, il brunit plus rapidement; mais, par son immersion dans l'eau, il reprend immédiatement son éclat métallique, en offrant le moiré qui témoigne de sa structure cristalline.

Chauffé au chalumeau, le thallium présente des phénomènes qui ne permettent pas de le confondre avec le plomb. Il fond rapidement et s'oxyde en répandant une fumée peu odorante et difficile à définir, blanchâtre par moments, mais mêlée de tons rougeâtres ou violacés. Il continue à fumer longtemps, même après qu'on a cessé de le chauffer.

Son affinité pour l'oxygène est telle, que dans ce gaz, à une température supérieure à 300°, il brûle avec un vif éclat. L'expérience se fait soit en plaçant un globule de métal dans une coupelle chauffée au rouge et en plongeant celle-ci dans l'oxygène, soit en faisant arriver un courant de ce gaz sur du thallium, maintenu en fusion dans un ballon de verre au moyen d'une lampe à alcool.

Le thallium est attaqué par le chlore, lentement à la température ordinaire, rapidement à une température supérieure à 300°. Alors le métal fondu peut devenir incandescent sous l'action du gaz, si celui-ci arrive en abondance, et il donne naissance à un liquide jaunâtre qui se prend par le refroidissement en une masse d'une couleur plus pâle.

L'iode, le brôme, le soufre le phosphore s'unissent aussi au thallium avec chaleur, mais sans développement de lumière, pour constituer des iodures, bromures, sulfures et phosphures, semblables aux composés correspondants du plomb.

Le sélénium, qui paraît l'accompagner fréquemment dans les pyrites, forme avec lui un séléniure à équivalents égaux, très-fusible et d'une couleur gris-noirâtre.— Enfin, le thallium forme des alliages avec la plupart des métaux, en particulier le zinc, le plomb, l'antimoine, l'étain, le cuivre, l'argent et le platine.

L'eau n'est pas décomposée par le thallium à la température de l'ébullition; elle ne fait que lui rendre et lui conserver son éclat, à cause de la solubilité du protoxyde; mais ses éléments sont séparés à froid avec le secours d'un acide.

Il est vrai de dire que l'action décomposante du métal sur l'eau des acides sulfurique et nitrique dilués est très-lente, tandis qu'elle devient très-vive lorsque ceux-ci sont concentrés, surtout si l'on fait intervenir la chaleur. L'acide chlorhydrique, au contraire, même bouillant, n'attaque que très-difficilement le thallium. Dans ces circonstances, il se forme des sels blancs, sulfate et azotate solubles dans l'eau, parfaitement cristallisables, et un chlorure très-peu soluble, mais pouvant aussi cristalliser.

Nous achèverons de caractériser le nouveau métal par les réactions que présentent ses sels au minimum en général, le sulfate et le carbonate en particulier. Ces réactions, comme on va le voir, tout-à-fait contradictoires au point de vue de la classification actuelle, semblent rapprocher à la fois le thallium des métaux de la 1re, de la 3e et de la 4e section.

Les dissolutions aqueuses de ces sels ne précipitent ni par les alcalis et les carbonates alcalins, ni par les cyanoferrures jaune et rouge de potassium suffisamment dilués ou acides [1]. Avec elles, l'acide chlorhydrique produit un précipité blanc de protochlorure fort peu soluble; l'iodure de potassium, le chlorure de platine, un iodure jaune et un chlorure double plus insolubles encore; le chrômate de potasse, un chrômate jaune qui se dissout à peine dans un excès d'alcali.

[1] Il n'est pas exact que le cyanoferrure et le cyanure de thallium soient insolubles, comme l'a dit M. Crookes dans sa note du 19 juin.

L'hydrogène sulfuré est sans action apparente sur les mêmes dissolutions, si elles sont acides; il en sépare une partie du métal à l'état de sulfure gris-noirâtre, altérable à l'air, quand elles sont neutres; et, lorsqu'elles sont alcalines, il agit comme le sulfhydrate d'ammoniaque, en précipitant tout le thallium sous la forme de sulfure noir, volumineux, se ramassant facilement au fond des vases, et insoluble dans un excès de sulfhydrate ammoniacal.

Enfin le zinc réduit le thallium de ses dissolutions diverses, plus particulièrement du sulfate, en lamelles brillantes, parfois allongées et ramifiées. Dans les mêmes circonstances, l'étain, et même le fer ne produisent rien de semblable.

Oxydes de thallium.

Le thallium peut s'unir à l'oxygène au moins en deux proportions, pour former un protoxyde et un oxyde supérieur.

Protoxyde. Tl O. — Le protoxyde est très-curieux par les aspects divers qu'il peut présenter ou les transformations qu'il peut subir. — D'abord il est soluble dans l'eau : sa dissolution incolore a une réaction alcaline nettement prononcée, et présente une saveur et une odeur analogues à celles de la potasse. Comme la potasse, il est soluble dans l'alcool; comme elle, il déplace de leurs combinaisons salines les bases insolubles, telles que les oxydes de cuivre, de zinc, l'alumine et la magnésie; comme elle encore, mais à un degré moindre d'énergie, il absorbe l'acide carbonique de l'air pour constituer un carbonate soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. Ensuite, à l'état solide, il est blanc jaunâtre ou rouge-noir, selon qu'il est hydraté ou non, souvent cristallisé en longues aiguilles prismatiques, et fusible, au-dessus de 300°, en un liquide brun-jaunâtre, qui se prend par le refroidissement en un enduit jaune extrêmement adhérent au verre et à la porcelaine. En réalité, l'oxyde attaque ces matières, en s'emparant d'une partie de la silice qu'elles renferment. Aussi ne peut-on le chauffer ni trop fort ni trop longtemps dans des

vases de verre ou de porcelaine sans les altérer plus ou moins profondément.

On obtient le protoxyde en précipitant par la baryte l'acide sulfurique du sulfate de thallium pur. La dissolution incolore, évaporée au contact de l'air, devient de plus en plus alcaline et caustique, répand une forte odeur de lessive, noircit en partie sur les bords surchauffés du vase, mais absorbe en même temps l'acide carbonique de l'air, de façon que pour un certain degré de concentration et par refroidissement, on obtient un curieux mélange d'oxyde noir, de carbonate gris-blanc et de protoxyde jaune, tous trois cristallisés.

Mais si l'on a soin d'évaporer rapidement la moitié de la dissolution à feu nu, dans une cornue de verre par exemple, puis d'achever la concentration dans une capsule de porcelaine, sous le récipient de la machine pneumatique, en présence d'acide sulfurique concentré, on voit une substance jaunâtre se déposer sous forme cristalline; avec le temps, de longues aiguilles se développent en brunissant peu à peu au fur et à mesure de l'évaporation. Quand une croûte noirâtre recouvre la surface, si on met fin à l'opération, on reconnaît, en détachant les cristaux, que du côté du fond de la capsule, ils sont jaunes, de manière que l'ensemble constitue un curieux échantillon de longs faisceaux prismatiques, panachés de noir et de jaune.

Il résulterait de là que le protoxyde solide est blanc jaunâtre, mais que par dessiccation, par une sorte de déshydratation qui se produit dans le vide, même à la température ordinaire, il devient rouge-noir, tout en conservant la même forme cristalline. Les expériences suivantes vont mettre hors de doute cette conséquence.

D'abord, en évaporant une dissolution d'oxyde dans une capsule de porcelaine simplement recouverte d'une lame de verre, on observe qu'en enlevant la lame, et chassant au besoin la vapeur par l'air des poumons, les parois de la capsule deviennent subitement noires; qu'en replaçant la lame, elles repassent

immédiatement au jaune, et qu'on peut reproduire à volonté ces alternatives de jaune et de noir.

Ensuite, en concentrant une dissolution pareille dans un ballon à col effilé, et fermant ce col à la lampe pendant l'ébullition même, on emprisonne, à l'abri du contact de l'air, l'oxyde déposé sur les parois comme l'oxyde qui cristallisera par le refroidissement de la liqueur restante. Or, cet oxyde est resté jaunâtre pendant tout le temps de la concentration, et il conserve sa couleur indéfiniment. Dans ce cas, l'intérieur de tout le ballon est évidemment saturé de vapeur d'eau qui doit maintenir l'oxyde à l'état hydraté. Mais que l'on renverse le ballon, pour amener le liquide dans la partie effilée du col, que l'on chauffe ensuite modérément, sur la flamme d'une lampe à alcool, quelques points de la paroi jaune, pour détruire la saturation qui existe en ces points, et l'on voit la matière jaune pâlir en se desséchant, puis noircir tout-à-coup. Si on l'éloigne du feu, elle repasse au jaune, soit lentement en absorbant graduellement de l'humidité, soit rapidement lorsqu'on fait arriver sur elle le liquide du col. On peut chauffer de nouveau et faire passer au noir encore la même partie, pour la ramener au jaune aussi facilement, par son contact avec le liquide.

Ces expériences suffisent pour démontrer que l'oxyde jaune peut devenir noir par le seul fait d'une déshydratation,

Maintenant, si l'on ouvre sous l'eau récemment bouillie des ballons semblables au précédent, on remarque que l'oxyde jaune se dissout, mais jamais d'une manière complète, et reproduit une dissolution incolore, jouissant de toutes les propriétés qu'offrait le protoxyde avant son passage à l'état solide et les transformations qu'on lui a fait subir. D'ailleurs, la partie insoluble dans l'eau, est restée parfaitement soluble dans les acides.

Dans l'intention de préparer une vingtaine de grammes de ce protoxyde sec, nous avons disposé, au milieu d'un vase plein d'eau dont on pouvait élever la température à volonté, un ballon à col étranglé, communiquant avec un récipient refroidi, celui-ci

étant lui-même mis en communication avec la machine pneumatique. Le ballon ayant reçu la dissolution de protoxyde, et les fermetures étant assez hermétiques pour tenir le vide, on a fait jouer la pompe et commencé l'évaporation, en chauffant d'abord, seulement la partie supérieure du ballon. On est certain, par la marche même de l'opération, que cette distillation, qui a duré huit heures, s'est toujours soutenue vive et continue, de manière que l'air a dû être expulsé complètement du ballon. Malgré cette absence d'air, les parois supérieures ont noirci à mesure que le liquide diminuait, comme si on eût opéré à l'air libre, tandis qu'en contact avec la liqueur, il y avait une zône d'oxyde constamment jaune; et quand, par hasard, quelques bulles de vapeur, soulevées brusquement du fond du vase, projetaient la dissolution sur les parties noircies, celles-ci redevenaient immédiatement jaunâtres, pour repasser au noir par une dessiccation ultérieure.

Vers la fin de l'opération, quand tout parut solidifié, on porta le ballon à 100°, puis on le ferma à la lampe, en fondant la partie étranglée du col.

Toute la masse solide était noirâtre, à l'exception d'une petite portion jaune, celle qui, pendant l'évaporation, s'était détachée des parois et était tombée au fond du ballon.

Jeté dans l'eau, l'oxyde noir jaunissait d'abord, puis passait peu à peu au brun, tout en se dissolvant en proportion très-notable. La liqueur avait une forte réaction alcaline et présentait toutes les propriétés des sels au minimum. Le même oxyde noir se dissolvait aisément, sans résidu, dans l'acide nitrique dilué.

Il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que la coloration noire du protoxyde est toujours produite par une déshydratation. Ce composé a, en effet, une grande tendance à absorber l'oxygène, et passe aisément à un degré d'oxydation supérieur en noircissant encore. Nous étudierons plus loin le peroxyde formé dans ces circonstances.

Alcool thallique.

En faisant chauffer de l'alcool absolu avec du protoxyde préparé et séché dans le vide, comme il vient d'être dit, non-seulement on dissout de l'oxyde, mais on détermine la formation d'un composé des plus curieux. Si, en effet, on évapore la dissolution limpide au bain-marie à 100°, on remarque, vers la fin de l'opération, que le liquide restant ne diminue plus sensiblement, puis, qu'après le refroidissement, il ne se mêle pas à l'alcool qui surnage. Ce liquide, qui ne bout pas à 100° degrés, a une saveur des plus caustiques et l'aspect d'une huile pesante, très-limpide et très-réfringente. Sa densité, est 3,5; c'est donc le plus lourd des liquides après le mercure. Dans sa masse nage le cristal plombeux ordinaire dont la densité moyenne est 3,3. Son pouvoir réfringent, que je m'attendais à trouver très-considérable, est un peu inférieur à celui du sulfure de carbone; mais la différence est à peine sensible.

Peu soluble dans l'alcool froid, l'huile pesante de thallium se décompose au contact de l'eau. Que l'on fasse arriver lentement ce liquide sur une goutte de l'huile nettement isolée, presqu'aussitôt on la voit se transformer en une belle masse jaune, plus volumineuse, laquelle n'est autre chose que du protoxyde de thallium pur. En effet, cette masse peut se dissoudre complètement dans l'eau, et la dissolution présente tous les caractères connus du protoxyde.

Le même composé alcoolique tache le papier comme le ferait une huile jaunâtre; seulement, après un laps de temps relativement très-court, sur la tache apparaît un bourrelet jaune, qui n'est encore que du protoxyde de thallium, séparé de l'alcool ou plutôt de l'oxyde d'éthyle par l'humidité de l'air.

On peut préparer directement et en grandes quantités l'alcool thallique, en faisant passer un courant d'oxygène ou d'air sec,

dépouillé d'acide carbonique, dans un ballon qui renferme de l'alcool absolu chaud et des feuilles de thallium.

Nous ne connaissons pas d'action véritablement analogue produite par les alcalis sur l'alcool absolu. Toutefois, le composé cristallin appelé alcool potassique, alcoolate de potasse, peut être considéré comme de l'alcool absolu, dans lequel l'oxyde anhydre de potassium s'est substitué à un équivalent d'eau. Si ce corps ne se produit pas par l'action directe de la potasse hydratée sur l'alcool, c'est évidemment à cause de l'affinité considérable de cet alcali pour l'eau. Il n'en serait pas de même du protoxyde de thallium, dont l'eau peut être chassée facilement par la chaleur seule ou par une simple dessiccation dans le vide, à la température ordinaire.

Peroxyde brun

$Tl\,O^3$.

Un alcali versé dans une dissolution de sesquichlorure de thallium, détermine la formation d'un oxyde brun qui se dépose, et de protochlorure de thallium qui reste en dissolution, quand la liqueur contient suffisamment d'eau.

Cet oxyde brun est insoluble, et n'a aucune action sur les couleurs végétales. Séché vers 100°, il retient un équivalent d'eau, qu'une forte chaleur lui fait perdre sans altérer sensiblement sa couleur. Au rouge vif, il se décompose et abandonne de l'oxygène. Mis en contact avec les acides sulfurique, nitrique et chlorhydrique, il s'échauffe immédiatement et forme des composés salins, hygrométriques, solubles dans l'eau, mais se décomposant plus ou moins complétement, si la liqueur n'est pas acide.

Chauffé au-delà de 400°, le sulfate de peroxyde fond et prend une coloration jaunâtre, en même temps qu'il abandonne de l'oxygène et de l'acide sulfurique. Quand tout dégagement ga-

zeux a cessé, le résidu blanc obtenu est du sulfate acide de protoxyde de thallium. De ce sel, une chaleur rouge peut dégager encore de l'acide sulfurique anhydre et produire finalement du sulfate neutre de thallium, très-sensiblement moins fusible.

Le perchlorure est blanc aussi, cristallin, mais moins stable encore que le sulfate. Il fond avec la plus grande facilité, et se décompose presque aussitôt en abandonnant du chlore.

Les analyses que nous avons faites pour arriver à la composition de l'oxyde brun, nous conduisent à le regarder comme un trioxyde hydraté. En effet, d'abord :

		Trouvé.	Calculé.
I.	2 gr. trioxyde sec perdent en eau à 300°,	0,gr069	0,gr076
II.	3 gr. — — —	0, 110	0, 114

Ensuite, l'oxyde brun déshydraté, chauffé dans l'oxygène sec et pur n'augmente pas de poids. Or, nous verrons plus loin que l'oxyde saturé d'oxygène, contient 3 équivalents de ce gaz pour un de thallium. De plus, l'analyse suivante confirme cette identité de composition. En effet, en introduisant 1 gr. 400 d'oxyde brun déshydraté avec un poids égal d'acide sulfurique concentré, dans un très-petit ballon auquel était soudé un tube pour recueillir les gaz, puis chauffant le mélange jusqu'à cessation de dégagement gazeux, on a obtenu 70 centimètres cubes d'oxygène à 0° et sous la pression 760 millimètres. Le trioxyde passant à l'état de protoxyde, abandonnerait théoriquement 68,4 centimètres cubes.

Je puis ajouter que cette composition de l'oxyde brun rend parfaitement compte des quantités relatives de ce peroxyde et de protochlorure qui se produisent dans la précipitation du sesquichlorure par un alcali. La réaction se formulant comme il suit :

$$2\,Tl^2Cl^3 + 3\,(KO, HO) = Tl\,O^3, HO + 3\,Tl\,Cl + 3\,K\,Cl + 2\,HO,$$

on doit obtenir:

0,gr. 231	oxyde brun hydraté	pour	1gr.	sesquichlorure
1, 155	id.	id.	5	id.
1, 617	id.	id.	7	id.;

et l'expérience a donné:

0,gr. 229	oxyde brun hydraté	pour	1gr.	sesquichlorure.
1, 138	id.	id.	5	id.
1, 150	id.	id.	5	id.
1, 610	id.	id.	7	id.

Enfin, par son aspect, par ses propriétés, comme par sa composition, le chlorure résultant de cette réaction, est bien du protochlorure.

Peroxyde noir.

$Tl\,O^3$

En brûlant directement le thallium dans l'oxygène, on donne naissance à un peroxyde noir, qui doit aussi être considéré comme un trioxyde isomère avec le précédent. Voici quelques détails sur sa production et ses propriétés.

De l'oxygène sec et pur arrivant sur le métal fondu, le rend incandescent et le transforme rapidement en un oxyde fusible au rouge, d'une texture cristalline lorsqu'il est refroidi, et offrant les caractères d'un mélange de protoxyde et de peroxyde. En partie soluble dans l'eau, qu'il rend franchement alcaline, cet oxyde a une poussière brun-jaunâtre. Soumis de nouveau à l'action de l'oxygène, à une température inférieure au rouge, il augmente encore de poids, et devient tout à fait noir violacé, lorsque la saturation est complète. Ainsi transformé, l'oxyde ne fond plus que difficilement à la chaleur de la lampe, n'adhère plus au vase où l'on opère, et est insoluble dans l'eau qu'il laisse neutre aux papiers réactifs.

Mais si ce peroxyde ne fond pas au rouge sombre, il éprouve au rouge vif, dans un creuset de platine ou de porcelaine, une sorte d'ébullition, en dégageant de l'oxygène mêlé à des vapeurs d'oxydes, qui se condensent sur les parois ou au couvercle des creusets. En outre il traverse les creusets de porcelaine. Quand toute émission de gaz a cessé, la masse restante est brun-jaunâtre, semblable au protoxyde fondu, comme lui en partie soluble dans l'eau qu'il rend alcaline, comme lui encore formant avec les acides des sels qui ne précipitent ni par les alcalis, ni par les carbonates alcalins.

L'acide sulfurique concentré attaque très difficilement à froid l'oxyde noir, mais il peut s'unir à lui sous l'influence de la chaleur. Le sulfate produit, chauffé convenablement, se décompose, comme le sulfate de peroxyde brun, en dégageant de l'oxygène.

La décomposition m'a paru présenter deux phases distinctes. Il y a d'abord comme un temps d'arrêt où l'acide sulfurique cesse de distiller et l'oxygène de se dégager. Le corps blanc produit, amorphe, se décompose au contact de l'eau en donnant lieu à un précipité d'oxyde brun et à du sulfate de protoxyde qui reste en dissolution. Si l'on chauffe davantage le composé blanc, il se fond, et de l'oxygène se dégage encore, mêlé à de l'acide sulfurique qui distille. Il arrive un moment où la chaleur de la lampe à alcool, plus que suffisante pour maintenir le sel fondu très-fluide, ne produit plus aucun dégagement gazeux. La masse refroidie, solide, très-dense, est du sulfate acide de protoxyde de thallium. Enfin, ce dernier sel chauffé au rouge sur une lampe à courant-d'air, abandonne de l'acide sulfurique anhydre, et finalement est ramené à l'état de sulfate neutre de protoxyde.

Si l'acide sulfurique concentré est sans action à froid sur l'oxyde noir, l'acide chlorhydrique, dans les mêmes circonstances, se combine avec lui et le transforme complètement en chlorure, sans autre dégagement apparent que celui d'une notable quantité de chaleur. En vaporisant l'excès d'acide,

on obtient par refroidissement le perchlorure sous la forme d'une masse blanche cristallisée. Une élévation plus grande de température dégage beaucoup de chlore, et produit un composé jaunâtre, semblable au sesquichlorure.

Nous avons fait de nombreuses synthèses de l'oxyde noir pour arriver à sa formule. Malheureusement, les tubes ou les ballons de verre, les creusets de porcelaine dans lesquels on opère, sont attaqués par le protoxyde qui s'unit à la silice et échappe ainsi à une combustion complète. En second lieu, au moment de l'incandescence, il y a toujours une partie d'oxyde brun entraîné par le courant d'oxygène. En troisième lieu, comme il faut détacher des vases l'oxyde fondu et cristallisé pour le pulvériser et le soumettre de nouveau à une suroxydation, les vases se brisent, et dans ces manipulations successives, on perd nécessairement de la matière. On ne peut d'ailleurs opérer dans du platine, parce que ce métal est attaqué par le thallium en fusion. Notons enfin qu'un demi-équivalent d'oxygène est à peine le 50me de l'équivalent du thallium, et l'on comprendra les difficultés que nous avons rencontrées pour faire la synthèse exacte du peroxyde noir.

Les nombres trouvés indiquaient presque constamment plus de deux proportions et demie d'oxygène pour une de thallium, et, dans tous les cas, il y avait des pertes certaines. Exemples :

I. 3,^{gr}·415 de thallium ont augmenté de 0^{gr}·375.

La composition du trioxyde exige.	0, 401, différ	—0,026
Id. de l'oxyde Tl^2O^5	0, 335, id.	+0,040

II. 12,^{gr}·734 de thallium en feuilles ont augmenté de 1^{gr}·420.

La composition de TlO^3 exige. . .	1^{gr}·498, différ.	—0,078
Celle de l'oxyde Tl^2O^5	1, 248, id.	+0,172

Je le répète, dans ces expériences je n'ai pu éviter complètement les pertes. Comme d'ailleurs les nombres obtenus dépassent

notablement la proportion d'oxygène nécessaire à l'oxyde $Tl^2 O^5$, j'ai été conduit à admettre la formule $Tl O^3$, d'autant plus qu'elle a trouvé, dans les analyses que je vais rapporter, une confirmation remarquable qui me semble de nature à lever toute incertitude.

On a mis un poids connu d'oxyde noir avec un excès d'acide sulfurique concentré dans un petit ballon en verre auquel on a ensuite soudé un tube propre à recueillir les gaz. Le mélange, chauffé avec précaution jusqu'à cessation de tout dégagement gazeux, a fourni les résultats suivants :

1° : 3 gr. d'oxyde noir, transformés en sulfate de protoxyde, ont dégagé 150 centimètres cubes d'oxygène à 0°. La théorie exigerait 147 centim. cubes : différence 3 centim. cubes. La composition de $Tl^2 O^5$ eût exigé 125 centim. cubes, et l'écart serait sept fois plus grand que le premier.

2° : 1 gr. 990 d'oxyde noir ont dégagé 96 centimètres cubes d'oxygène à 0°, sous la pression $0^m,76$; la même quantité d'oxyde passant de la composition de trioxyde à celle de protoxyde, doit abandonner théoriquement 97,2 centimètres cubes.[1]

Chlorures de thallium.

Le thallium peut s'unir au chlore en trois ou quatre proportions.

Protochlorure Tl Cl. — La plus stable de ces combinaisons est le protochlorure, composé blanc, offrant beaucoup d'analogie avec le chlorure d'argent, soit par la facilité avec laquelle il se sépare en gros et lourds flocons des liqueurs où on vient de

[1] M. Crookes a annoncé l'existence de trois oxydes, qui sont possibles sans doute ; mais, le *sous-oxyde* ne se produit pas dans les circonstances qu'indique l'auteur : l'*oxyde* ne jouit pas des propriétés si caractéristiques de notre protoxyde ; et enfin nous n'avons pas réussi à obtenir l'*acide thallique*, en suivant le procédé de préparation dont parle M. Crookes. (Note du 19 juin.)

le précipiter, soit par son aspect, sa flexibilité, sa translucidité quand il a été fondu. Mais le protochlorure de thallium est un peu soluble dans l'eau, surtout à chaud, de façon qu'on peut l'obtenir aisément à l'état cristallin. Il est moins soluble dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. Cent grammes d'eau en dissolvent 2 gr. environ à 100°,8, et un peu moins d'un demi-gramme à 18°. Il est d'ailleurs insoluble dans l'alcool, fort peu soluble dans l'ammoniaque et inaltérable à la lumière. Enfin il a une densité considérable (7,02), à peine inférieure à celle du protochlorure de mercure, l'un des chlorures métalliques les plus denses.

Sesquichlorure $Tl^2 Cl^3$. — Ce sel se présente sous la forme de belles lamelles hexagonales jaunes, d'autant plus foncées en couleur qu'elles se sont produites plus lentement, ou au sein de dissolutions moins acides. Il est soluble dans l'eau, dans la proportion d'environ 4 à 5 pour cent à la température de l'ébullition. En se dissolvant, il éprouve une très-légère décomposition, d'où résultent la précipitation d'une faible quantité d'oxyde brun et la formation d'un peu de protochlorure. On s'oppose à cette décomposition, et l'on maintient incolore la liqueur, par l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou nitrique.

Le sesquichlorure fond, entre 400 et 500°, en un liquide brun foncé qui se prend par le refroidissement en une masse compacte, friable, de couleur jaune-brun et dont le retrait, relativement considérable, permet de la détacher aisément des vases de verre ou de porcelaine où on l'a fondue. Sa densité est 5,9.

On prépare le sesquichlorure en dissolvant le thallium dans l'eau régale, chauffant la masse résultante jusqu'à fusion et cessation de tout dégagement de chlore, puis la faisant cristalliser dans l'eau.

On peut encore obtenir le sesquichlorure par l'action directe du chlore sur le thallium ; comme dans la préparation précédente, il est convenable de chauffer la masse pour dégager l'excès de chlore.

J'ai éprouvé quelques difficultés pour déterminer la proportion des éléments constitutifs de ce chlorure, parce que le dosage direct à l'aide du nitrate d'argent, ne me donnait pas de résultats satisfaisants. Par différents moyens, je suis pourtant parvenu à cette détermination, dont l'exactitude me paraît aujourd'hui certaine. Dans une première manière de procéder, j'ai précipité le sesquichlorure par la potasse, puis dosé, selon la méthode ordinaire, le chlore des chlorures de thallium et de potassium obtenus. Mais il est indispensable pour le succès de l'opération, d'abord, d'aciduler la dissolution par quelques gouttes d'acide nitrique, ensuite et surtout d'employer à cette dissolution une quantité d'eau chaude relativement considérable. Sans cette dernière précaution, des lavages à l'eau bouillante continués pendant plusieurs jours ne parviennent pas à débarrasser complètement l'oxyde brun précipité des dernières traces de protochlorure.

Dans un deuxième procédé, j'ai eu recours à l'emploi d'une liqueur titrée d'argent et de phosphate de soude ordinaire.

Enfin, j'ai fait la synthèse du chlorure par l'action directe du chlore sur le thallium. Voici les résultats trouvés :

	POIDS DU SESQUICHLORURE JAUNE.	CHLORE.		
		trouvé.	calculé.	Différence.
I.	1gr.	0,204	0,207	0gr 003
II.	5gr.	1,033	1,034	0, 001
III.	10gr.	2,073	2,068	0, 005
IV.	4gr.856.	1,014	1,004	0, 010

Et, comme moyenne de deux expériences :

3 gr. de thallium ont absorbé 0 gr. 770, au lieu de 0,782 exigés pour la composition du sesquichlorure.

Perchlorures. — En chauffant avec précaution dans un courant lent de chlore, soit le thallium, soit son protochlorure, on

obtient des composés jaune-pâle ou blanc qui renferment plus d'une proportion et demie de chlore pour une de métal.

Lorsqu'on soutient la chaleur de manière à maintenir bien fluide le chlorure produit, on trouve constamment à la balance que l'absorption du gaz correspond très-sensiblement à 2 équivalents. Exemples :

I.	1gr, 330	thallium	ont augmenté	de 0gr.472
II.	5, 892	id.	id.	de 2, 070
III.	12gr	protochlorure,	id.	de 1, 770

La composition théorique du bichlorure exige des augmentations représentées par 0,gr.462 ; 2,gr.051 et 1,gr.779.

Ce perchlorure est jaune-pâle, un peu hygrométrique et notablement plus fusible que le sesquichlorure. Il se transforme en ce dernier en dégageant du chlore, quand on le chauffe convenablement.

Mais si la chaleur est tout juste suffisante pour maintenir fondu le chlorure dans un excès de chlore, une plus grande quantité de gaz est absorbée, il se forme un liquide de couleur ambrée, qui devient blanc, avec une apparence cristalline, après solidification.

Très-hygrométrique et très-fusible, ce perchlorure blanc jaunit au contact de l'eau, puis se décompose partiellement, lorsqu'on vient à l'y dissoudre sans acidulation préalable. Les augmentations de poids trouvées, tout en correspondant à plus de 2 équivalents de chlore, ne vont pas cependant jusqu'à 3, ce qui tient sans doute à la difficulté soit d'éviter des pertes, soit d'obtenir complète la saturation.

Toutefois, nous sommes porté à croire que le perchlorure blanc est un trichlorure, le même probablement qui se produit dans l'action de l'acide chlorhydrique sur le trioxyde que nous avons fait connaître.

Mais, comme le précédent, ce perchlorure nous a paru peu stable, puisque la chaleur en en déterminant la fusion, en provoque presque aussitôt la décomposition. Je laisse aux chimistes spéciaux le soin d'en faire une étude plus complète.

Protoiodure de thallium.

L'iodure de thallium a une belle couleur jaune, un peu plus pâle que celle de l'iodure de plomb. Il est très-peu soluble dans l'eau, aussi bien que dans un excès d'iodure alcalin.

Le *protobromure* ressemble au composé correspondant du plomb.

Monosulfure de thallium.

C'est le plus insoluble des composés de thallium que j'ai étudiés ; mais il s'altère au contact de l'air. Lorsqu'en effet on filtre sans précautions une liqueur dans laquelle on vient de le précipiter, elle passe colorée. Une partie de ce composé se transforme en sulfate, lequel, en tombant dans le liquide qui renferme un excès de sulfure alcalin, régénère du sulfure de thallium brun foncé.

Ce sulfure se transforme encore en sulfate, on pouvait s'y attendre, quand on essaie de le dessécher à 100°. Il augmente de poids d'autant plus qu'il reste plus longtemps dans l'étuve. A 140° même, il détermine la combustion du filtre. On peut à la vérité ne pas l'altérer en le desséchant dans l'hydrogène, mais lorsqu'on le sort de ce milieu pour le porter à la balance et constater les progrès ou la fin de la dessiccation, on trouve qu'il augmente encore de poids. Ces difficultés nous ont fait renoncer au dosage direct du thallium par le sulfure.

Convenablement séché, le sulfure de thallium fond difficilement dans des tubes de verre chauffés avec une lampe à esprit

de vin. La masse refroidie présente une structure cristalline à larges facettes. Elle pèse 8 fois autant que l'eau [1].

Cyanure de thallium.

Nous terminerons cette indication des principaux composés binaires du thallium, en disant que le cyanure est soluble, et qu'on l'obtient sous la forme d'un précipité cristallin, en mélangeant des dissolutions concentrées de cyanure de potassium et d'un sel de thallium.

Carbonate de thallium.

TlO, CO^2

Nous avons dit qu'au contact de l'air une dissolution de protoxyde se transformait peu à peu en carbonate. On active et on complète cette transformation par un courant de gaz carbonique, que l'on fait passer successivement dans un flacon laveur et dans un tube rempli de bicarbonate de potasse, de façon à le dépouiller à peu près complètement de l'acide chlorhydrique qu'il entraîne toujours. Ensuite on évapore la dissolution à moitié, et on l'abandonne au refroidissement pour cristalliser.

Les cristaux obtenus ont la forme de longues aiguilles prismatiques, aplaties, très-friables, un peu colorées en gris-jau-

[1] Comme dans une étude où tout est nouveau, on ne doit rien omettre de ce qui peut jeter quelque lumière sur le sujet, on me permettra de dire que le thallium et ses composés ne me paraissent pas complètement sans danger sous le rapport des effets toxiques. Après trois mois de recherches les plus soutenues et les plus laborieuses, pendant lesquels je respirai et goûtai beaucoup trop des composés du nouveau métal, je ressentis dans tout le corps des douleurs sourdes, accompagnées d'une lassitude extrême, et j'eus le regret de voir tomber rapidement mes cheveux. Ces effets, que je ne puis attribuer qu'à une sorte d'empoisonnement, disparurent peu à peu avec du repos et les précautions que je pris dans mes travaux ultérieurs.

nâtre, mais qui sont presque blanches quand on a employé pour dissolvant un mélange d'alcool et d'eau. Les cristaux qui prennent naissance dans ce mélange présentent une forme en apparence différente des premiers; ils ressemblent à de petites lamelles irisées, qui ne sont pour la plupart que des losanges tronqués sur les angles obtus. Séché à 100°, le carbonate de thallium ne contient pas d'eau. Il fond facilement en une masse grise, et se décompose partiellement, si l'action de la chaleur n'est pas convenablement ménagée. Sa densité est 7,06[1]. Il est insoluble dans l'alcool absolu : sa solubilité dans l'eau est représentée par les nombres suivants :

A 18°,	cent grammes d'eau	dissolvent	5gr.23	de sel anhydre.
A 62°	id.	id.	12, 85	id.
A 100°,8	id.	id.	22, 4	id [2].

Sulfate de protoxyde de thallium

TlO, SO^3

L'acide sulfurique dissout aisément le thallium, surtout avec le concours de la chaleur. Le sulfate produit cristallise en beaux prismes qui ressemblent, à s'y méprendre, à des prismes rhomboïdaux obliques. Mais un examen approfondi et surtout la mesure des angles, comme l'a reconnu M. Pasteur, prouvent qu'ils appartiennent au système du prisme rhomboïdal droit; de plus, que l'angle des pans est très-voisin de l'angle des faces correspondantes du prisme rhomboïdal droit du sulfate de potasse. Comme

[1] Nous ferons observer une fois pour toutes, que les densités des sels de thallium, carbonate, sulfate, nitrate et chlorures ont été prises sur les sels après leur fusion, et directement avec l'alcool absolu, dans lequel ils sont à peu près complètement insolubles.

[2] Le carbonate de M. Crookes est insoluble.

ce dernier, le sulfate de thallium ne renferme pas d'eau de combinaison. Comme lui enfin, il décrépite quand on le chauffe, fond à une température voisine du rouge, sans se décomposer visiblement, et se prend par le refroidissement en une masse vitreuse transparente. A cet état, sa densité est 6,77.

Le sulfate est un peu moins soluble dans l'eau que le carbonate : cent grammes de ce liquide à 101°,2, dissolvent 19 gr. 15 de sulfate sec et anhydre ; 11 gr., 5 à 60°, et 4 gr., 8 à 18°. La dissolution est neutre aux papiers réactifs.

On prépare le sulfate en décomposant le protochlorure de thallium par l'acide sulfurique, ainsi qu'on le verra au paragraphe de l'extraction du thallium, ou par l'action directe de cet acide sur le métal.

Alun de thallium.

En mélangeant du sulfate de thallium avec du sulfate d'alumine équivalent pour équivalent, on obtient par cristallisation des octaèdres d'alun de thallium incolores et brillants, qui offrent cette particularité remarquable, d'après les mesures de M. Pasteur, que l'angle de leurs faces est rigoureusement égal à celui de l'octaèdre régulier de l'alun de potasse,

Azotate de protoxyde de thallium.

$$TlO, AzO^5$$

Le nitrate de thallium est le plus soluble des sels que nous avons étudiés. A la température de 18°, 100 parties d'eau dissolvent 9,75 de sel ; à 58°, elles en dissolvent 43,7, et 580 parties à 107°. Comme on le voit, la courbe de solubilité augmente très-rapidement avec la température.

En constatant que 22 gr., 074 de nitrate se dissolvaient à 107° dans 3 gr. 8 d'eau, nous avions d'abord supposé que cette eau pourrait être de l'eau de combinaison, représentant

exactement 5 équivalents. Mais le sel cristallisé et desséché sous le récipient de la machine pneumatique, à la température ordinaire, abandonne cette eau tout aussi complètement que dans une étuve à 100°. La formule du nitrate peut donc être représentée par TlO, AzO^5.

Le nitrate est insoluble dans l'alcool absolu. Dans l'eau pure, il cristallise en faisceaux d'aiguilles prismatiques d'un beau blanc-mat, et peut fondre en une masse vitreuse tout à fait transparente. Sa densité est 5,8.

On le prépare en attaquant directement le thallium par l'acide nitrique, ou en décomposant, par cet acide, le carbonate du métal.

Phosphate de thallium.

De l'oxyde ou un sel soluble de thallium, versé dans une dissolution d'acide phosphorique ou de phosphate de soude saturée, donne lieu presque immédiatement à la formation de phosphate de thallium blanc. Mais, avec des dissolutions un peu étendues ou acides, on n'obtient aucun précipité, et le mélange évaporé abandonne des cristaux de phosphate. Le thallium forme donc un phosphate soluble, comme le carbonate, et, sous ce rapport, se rapproche encore des métaux alcalins.

Equivalent.

La détermination de l'équivalent d'un métal est toujours une opération fort délicate, surtout lorsqu'il s'agit d'un équivalent très-élevé comme celui du thallium. Aussi, pour faire juger du degré de confiance que mérite le nombre vraiment extraordinaire que nous avons obtenu, nous rapporterons sincèrement les résultats tels que nous les avons trouvés.

D'abord, nous avions remarqué qu'en décomposant par la pile

électrique ou par le zinc, du chlorure et du sulfate de thallium, nous obtenions des quantités de métal considérables relativement au poids du sel employé. Ensuite, par des pesées du zinc dissous et du thallium déposé au sein de dissolutions de sulfate légèrement acides, nous avions reconnu que la valeur de l'équivalent devait être peu éloignée de 200 : car toujours il y avait environ six fois autant de zinc disparu que de thallium précipité.

Exemples :

1°	3gr·915	de zinc dissous pour	23gr·03	thallium déposé.
2°	4, 666	id.	27, 60	id.
3°	8, 50	id.	50, 44	id.

Il n'est pas inutile de faire observer que les rapports des premiers nombres aux seconds sont nécessairement un peu trop forts ; car, d'une part, on pouvait détacher avec le thallium quelques parcelles de zinc non dissous, et, d'autre part, pour enlever ces parcelles, on avait soin de laver le thallium précipité avec de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, qui dissout toujours un peu de ce métal.

Nous avons essayé alors des déterminations plus précises à l'aide du sulfate et du chlorure de thallium, décomposés par les nitrates de baryte ou d'argent. Les premiers avaient été purifiés par la méthode qui est décrite plus loin et en outre fondus.

I. 3gr·423 sulfate fondu donnent de sulfate de baryte calciné. . . . . 1gr·623 = Equivalent. 197,7

II. 3gr·641 chlorure fondu donnent de chlorure d'argent séché à 100°. . 2gr·160 = 206

En présence de ces résultats peu concordants, je fis redissoudre et cristalliser le sulfate fondu, et je procédai à de nouvelles analyses de ce sel desséché à 200°, et du chlorure fondu

ou seulement séché à 150°, en prenant toutes les précautions possibles.

Voici les nombres obtenus :

			Equivalent.
I. 3gr.423 sulfate séché à 200° donnent de sulfate de baryte.	1,578	=	204 3
II. 3gr.912 chlorure fondu donnent de chlorure d'argent.	2,346	=	203,8
III. 3gr. chlorure fondu donnent de chlorure d'argent.	1,8015	=	203,5
IV. 3gr.912 chlorure séché à 150° donnent de chlorure d'argent.	2,336	=	204,7
Moyenne.			204,2

La concordance de ces résultats ne me paraît pas pouvoir être fortuite et m'autorise sans doute à fixer l'équivalent du thallium à 204. Parmi tous les corps connus, le bismuth seul a un équivalent plus élevé, 210, d'après les déterminations de M. Dumas.

Je crois devoir ajouter que le sulfate de baryte retient énergiquement du nitrate de thallium, et qu'il importe de prolonger les lavages pour faire disparaître les dernières traces de ce sel. Enfin, le protochlorure étant peu soluble, 2 parties environ pour 100 d'eau bouillante, on avait soin d'employer 8 à 900 grammes d'eau pure à chaque opération, de manière à pouvoir précipiter le chlore par l'argent dans une liqueur simplement tiède.

En exposant les propriétés physiques du thallium, nous avons donné pour sa chaleur spécifique, comme moyenne déduite de deux expériences, le nombre 0,0325. La moitié de ce nombre, multipliée par l'équivalent 204, donne 33. Or, les produits des équivalents des métaux purs par leur chaleur spécifique, varient, dans les expériences de M. Regnault, entre 36 et 41. Nous pouvons donc conclure, en admettant la loi de Dulong, que

pour le thallium, comme pour le potassium et le sodium, il faudra dédoubler l'équivalent chimique, et écrire pour le protoxyde du premier, Tl^2O, comme on doit écrire M^2O pour le protoxyde des derniers. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer que ces résultats, en établissant un nouveau rapprochement entre le thallium et les métaux alcalins, viennent confirmer, jusqu'à un certain point, la valeur de l'équivalent que nous avons fait connaître.

Etat naturel et extraction.

Le thallium ne peut pas être considéré comme très-rare dans la nature. Il existe en effet dans plusieurs espèces de pyrites, composés de soufre et de fer, dont on exploite aujourd'hui des masses considérables, principalement pour la fabrication de l'acide sulfurique. Je citerai notamment les pyrites belges de Theux, de Namur et de Philippeville, celles d'Alais dans le Gard, et certaines pyrites d'Espagne. Je l'ai trouvé dans un échantillon provenant des environs de Nantes et dans des pyrites blanches de Bolivie en Amérique. Je ne l'ai pas rencontré dans les pyrites de Chessy, près de Lyon, non plus que dans une douzaine d'échantillons minéralogiques de diverses parties de l'Europe. Des calcopyrites, des cuivres gris, des galènes, sept ou huit échantillons de soufre de plusieurs provenances, des séléniures du Hartz, des composés naturels de tellure, ne m'en ont présenté aucune trace. M. Crookes l'a signalé dans des soufres de Lipari.

Je dois faire observer d'ailleurs que de résultats négatifs obtenus sur de petits fragments isolés, on ne saurait conclure à l'absence absolue du thallium dans la masse ou les terrains d'où ces fragments ont été tirés.

Ainsi, je n'ai pas trouvé le nouvel élément dans divers échantillons de soufre de Sicile, et pourtant j'en ai reconnu des traces

non douteuses dans des cendres provenant de la combustion de grandes quantités de soufre ayant cette origine.

On pourrait, à la rigueur, extraire directement le thallium des pyrites qui le renferment, en les traitant par l'eau régale. Mais il est beaucoup plus simple et moins coûteux de le chercher dans les dépôts des chambres où il s'accumule en quantités relativement considérables pendant la fabrication de l'acide sulfurique. Existant dans la pyrite, probablement en combinaison avec le soufre, il est incomplètement brûlé, et entraîné à l'état d'oxyde avec le gaz sulfureux.

Je ne crois pas exagérer en estimant à un cent millième la quantité du nouveau métal contenu dans les pyrites de la nature de celles qui sont brûlées dans la fabrique de M. Kuhlmann à Loos, et à un demi-centième en moyenne la proportion que renferment les boues de la première chambre; et comme l'on brûle actuellement en vingt-quatre heures sur différents points de l'Europe, plus de 100,000 kilogrammes de pyrites thallifères, on comprend que cette seule source de production puisse déjà fournir, au bout de peu de temps, des quantités considérables de dépôts riches en thallium à plusieurs millièmes.

Je vais indiquer sommairement la marche que j'ai suivie pour extraire, la première fois, sur une grande échelle, le thallium de ces dépôts; je ferai connaître ensuite une méthode plus rationnelle et plus simple résultant de l'étude ultérieure que j'ai faite du nouveau métal.

65 kilogrammes de minerai (boues séchées de la 1re chambre sans autre communication avec les suivantes que par les tuyaux qui conduisent les gaz), ont été chauffés pendant quatre jours consécutifs avec 40 kilogrammes d'acide azotique et 20 d'acide chlorhydrique. La matière, à peu près sèche, a été épuisée en grande partie de ses sels solubles par 180 litres d'eau chaude, lesquels ont abandonné en se refroidissant environ 250 grammes d'un chlorure jaune de thallium impur. Dans la liqueur refroidie, on a fait passer

pendant trente-six heures, un courant de gaz sulfureux qui a produit un dépôt contenant, avec du sulfate de plomb, la plus grande partie du sélénium et du thallium qu'avait dissous l'eau régale. Ce précipité a été chauffé plusieurs heures avec de l'acide sulfurique concentré, et le tout, étendu de trois ou quatre fois son volume d'eau, a été de nouveau soumis à l'action de l'acide sulfurique. Le plomb s'est déposé à l'état de sulfate; le sélénium a été réduit sous forme de poudre rouge. Enfin, dans la liqueur claire, on a versé de l'acide chlorhydrique, et l'on a obtenu un volumineux précipité blanc de chlorure de thallium. Tout le métal que l'on a retiré de cette opération, s'est élevé à 300 grammes, soit 1/2 pour cent environ du dépôt thallifère sec.

Le mode de préparation précédent n'a plus guère qu'un intérêt historique. Au lieu de traiter les dépôts des chambres de plomb par l'eau régale, il est préférable de suivre la méthode suivante, plus simple et susceptible d'être appliquée en grand.

Les dépôts acides, qui renferment le thallium à l'état de sulfate, sont épongés, en partie neutralisés par la litharge ou plus économiquement par la chaux, puis lavés trois ou quatre fois successivement avec le quintuple environ de leur poids d'eau bouillante [1]. Enfin, les liqueurs réunies sont évaporées aux neuf dixièmes à peu près.

Si l'on n'opère pas sur de grandes masses, on peut faire l'évaporation, sans neutralisation préalable, dans des vases de grès ou de porcelaine.

Dans les deux cas, le liquide refroidi et clair est traité par l'acide chlorhydrique qui précipite la plus grande partie du thallium à l'état de protochlorure. Celui-ci est purifié de la manière suivante.

Après l'avoir bien lavé à l'eau acidulée par l'acide chlorhy-

[1] En grand, on pourra employer le lessivage méthodique de la soude.

drique, qui dissout moins de sel que l'eau pure, on le sèche, puis on le décompose, avec le concours de la chaleur, par le tiers de son poids d'acide sulfurique concentré. La décomposition étant assez difficile, il est nécessaire, pour l'avoir complète, de soutenir le feu jusqu'à ce qu'on obtienne un abondant dégagement de vapeurs d'acide sulfurique. Le sulfate acide fondu résultant, est dissous dans vingt-cinq fois autant d'eau, et soumis à l'action d'un courant de gaz sulfhydrique qui précipite seulement le plomb, le mercure[1] ou l'argent. On filtre la liqueur, on l'évapore aux trois-quarts et l'on abandonne au refroidissement pour cristalliser.

On peut obtenir immédiatement du thallium impur, en le précipitant sur des lames de zinc plongées dans les eaux de lavage concentrées. Mais ce thallium doit être transformé en sulfate acide, redissous, enfin purifié, ainsi que le précédent, par un second traitement tout-à-fait semblable à celui que nous avons indiqué, savoir : précipitation par l'acide chlorhydrique et lavage du chlorure, décomposition par l'acide sulfurique, purification par le gaz sulfhydrique et cristallisation du sulfate. Deux opérations successives de cette nature et deux ou trois cristallisations dans l'eau distillée donnent du sulfate qu'on peut regarder comme parfaitement pur.

On comprend en effet, que par l'acide chlorhydrique versé dans une dissolution de sulfate, on ne peut précipiter que les chlorures insolubles, c'est-à-dire ceux de thallium, de plomb, de mercure ou d'argent; le lavage enlevant d'ailleurs les sels solubles de tous les autres métaux. Ensuite, par l'action du gaz sulfhydrique sur la dissolution un peu acide, on isole tous les métaux dont les sulfures sont insolubles, ou, précisément,

[1] Les dépôts d'où j'ai extrait le thallium renfermaient toujours un peu de mercure.

les seuls métaux, comme le plomb, le mercure et l'argent, dont les chlorures pouvaient accompagner celui de thallium [1].

Le sulfate, obtenu à l'état de pureté, sert à produire la plupart des autres combinaisons du nouveau métal, soit en préparant d'abord l'oxyde, puis le carbonate, soit en isolant le thallium pour le soumettre à l'action directe des divers agents chimiques.

Quant au métal lui-même, on l'extrait de l'une de ses combinaisons par l'électricité, le zinc, le charbon ou l'hydrogène.

Avec la pile, il suffit de quelques éléments Bunsen pour décomposer aisément le carbonate, le sulfate, le nitrate et même le sesquichlorure. On doit naturellement, selon la nature du composé, faire usage d'électrodes en platine ou en charbon.

Avec le zinc, la réduction est spontanée et des plus faciles. On plonge dans une dissolution de sulfate ou de nitrate un peu acide, des baguettes cylindriques de zinc pur. On voit alors le thallium former des gaînes cristallisées non adhérentes aux baguettes; il est détaché, lavé pendant quelques heures dans l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, puis lavé de nouveau dans l'eau pure. Il est enfin épongé sur du papier buvard, en partie séché par compression, et fondu dans un creuset avec du cyanure de potassium, ou dans un tube de verre traversé par un courant de gaz hydrogène.

Le zinc peut séparer aussi le thallium de son protochlorure fondu, à la façon dont il réduit le chlorure d'argent.

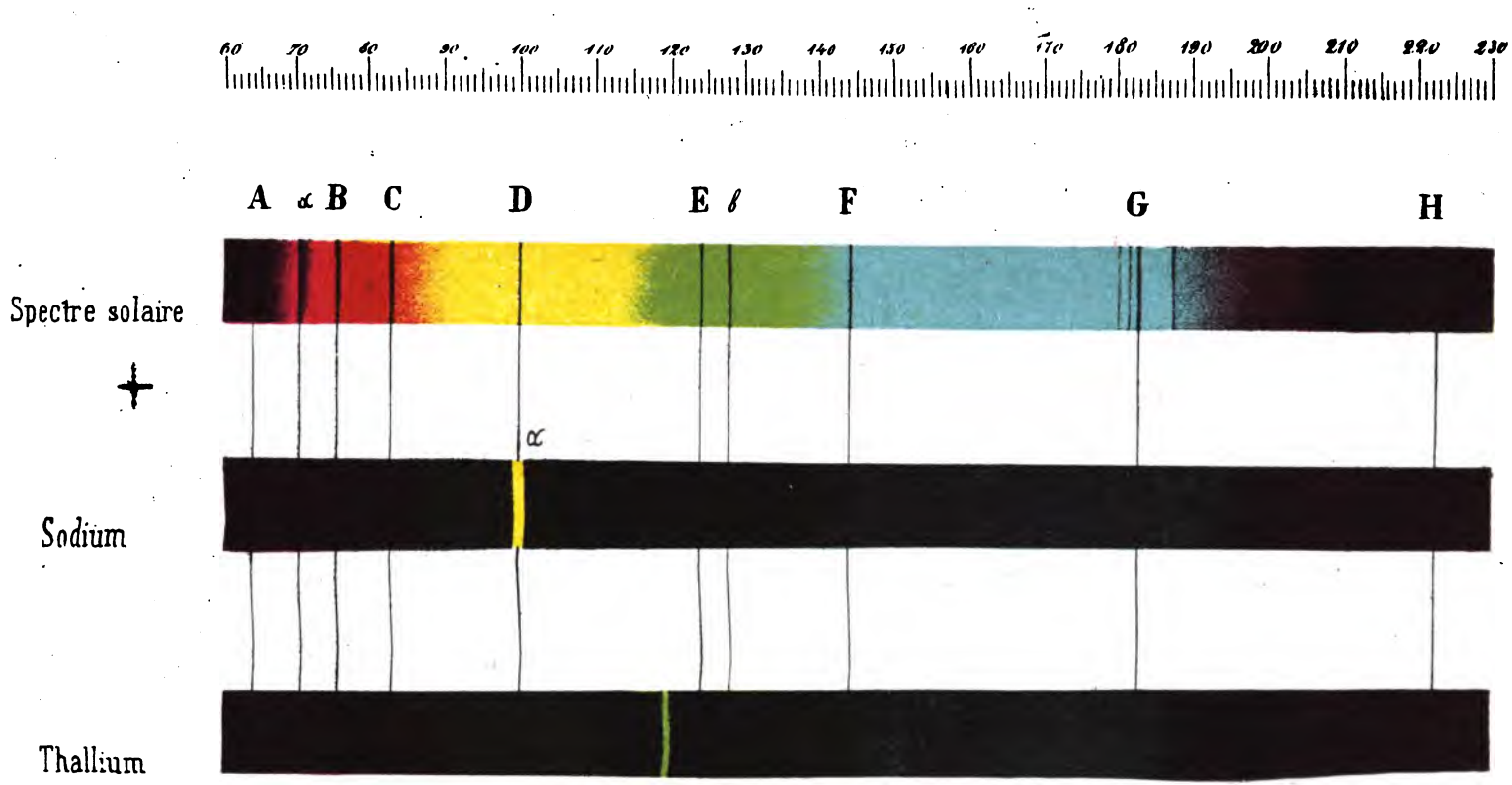
Le même protochlorure est décomposé vivement par le potassium ou le sodium à une température peu élevée. Le thallium

[1] Ce traitement, comme on le voit, n'offre aucune difficulté pratique, et, le minerai thallifère étant donné, le prix de revient du nouveau métal sera relativement peu élevé.

obtenu dans ce cas, n'est pas pur ; il retient du métal alcalin.

Enfin, le charbon et l'hydrogène peuvent réduire, le premier, le carbonate et les oxydes de thallium, le second, les oxydes seulement, tous deux avec le concours de la chaleur. Dans le premier cas, on ne doit faire intervenir que la quantité à peu près théorique de charbon nécessaire, si l'on veut obtenir le métal en gouttelettes capables de se rassembler en une seule masse. Et encore, ces gouttelettes ne se réunissent-elles jamais complètement, quand on opère sur de petites quantités de matière.

Dans le deuxième cas, l'hydrogène isole bien à la vérité le métal ; mais cette opération n'est ni facile ni complète. D'une part, l'oxyde supérieur, si c'est sur lui que l'on opère, est ramené à l'état de protoxyde ; d'autre part, le protoxyde fond, adhère au verre ou à la porcelaine dont il prend la silice, et enfin se volatilise partiellement. La réduction par l'hydrogène est sans doute un moyen excellent pour préparer le thallium chimiquement pur ; mais on l'obtient à un état de pureté tout aussi grand, à l'aide de la pile électrique. Il suffit d'avoir la précaution de décomposer du sulfate de thallium parfaitement pur et de ne se servir que d'électrodes en platine.


60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230
A α B C D E b F G H
Spectre solaire
α
Sodium
Thallium

NOTE

SUR LES

SELS ORGANIQUES DE THALLIUM,

Par M. F. KUHLMANN Fils,

SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1862.

Préparation. — Le carbonate de thallium m'a servi à préparer la plupart de ces sels. Ce carbonate s'obtient facilement et dans un grand état de pureté en versant de l'eau de baryte, jusqu'à cessation de précipité, dans une dissolution peu concentrée de sulfate de thallium, et faisant ensuite passer dans le liquide un courant d'acide carbonique. L'excès d'acide carbonique ayant été chassé par l'ébullition, le liquide filtré ne contient que du carbonate de thallium, qui s'en sépare par une évaporation lente, à l'état de magnifiques lames plates très-allongées.

Propriétés générales. — Les sels organiques du thallium se rapprochent beaucoup, par leurs propriétés, des sels de potasse et de soude : ils sont incolores, à l'exception du ferrocyanure et du picrate; pour la plupart, ils sont très-solubles dans l'eau et cristallisent facilement. Les cristaux sont le plus souvent anhydres et peu solubles dans l'alcool et l'éther. Quelques sels, tels que l'oxalate et le tartrate, donnent, par la calcination, un résidu d'oxyde et de thallium métallique.

Analyse. J'ai suivi trois méthodes différentes :

1° Les composés de cyanogène ont été analysés en dosant l'azote, l'hydrogène et, en outre, le soufre, dans le sulfocyanure.

2° Les sels très-solubles, tels que le tartrate neutre, le paratartrate, l'acétate et le formiate, ont été transformés en chlorure de thallium par l'addition d'un excès d'acide chlorhydrique dans leur dissolution concentrée. Le chlorure obtenu a été lavé avec de l'alcool à 0,800 de densité et séché à 100°.

3° Une troisième méthode analytique à laquelle j'ai eu recours, est basée sur l'insolubilité du chloroplatinate de thallium. Le chlorure de platine donne avec les sels du thallium un précipité orange pâle de chloroplatinate de thallium, qui est plus insoluble dans l'eau que celui de potassium et dont la formule est $Pt\,Cl^2\,Tl\,Cl$. J'ai pesé le sel séché à 100°, par la calcination; il s'en dégage du chlore, entraînant avec lui un peu de thallium, et l'on obtient une masse métallique, d'un aspect cristallin, qui est un alliage de thallium et de platine.

Comme moyen de vérification des analyses, j'ai souvent dosé le carbone et l'hydrogène; j'ai toujours opéré sur les sels séchés à 100°, et j'ai admis, pour l'équivalent du thallium, le chiffre 204, donné par M. Lamy, dont mes résultats confirment entièrement les vues théoriques.

Oxalates. — L'oxalate neutre est assez soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther ; l'évaporation lente de la dissolution donne des cristaux très-réguliers.

Dans l'analyse, l'acide oxalique a été dosé à l'état d'oxalate de chaux qui se transforme en carbonate par la calcination. Composition : $C^4\,Tl^2\,O^8$.

Si l'on fait chauffer une dissolution d'oxalate neutre avec de l'acide oxalique, on obtient un sel un peu moins soluble, cris-

tallisant en lames micacées, et qui s'effleurit facilement par l'action de la chaleur. C'est l'oxalate acide, dont la formule est C^4 H. Tl. O^8.

Tartrates. — Le tartrate neutre est déliquescent et cristallise difficilement; il est peu soluble dans l'eau et l'alcool. Les cristaux sont anhydres : chauffés à 170°, ils se charbonnent; à une plus haute température, ils donnent de l'oxyde jaune et un peu de métal réduit. Il correspond à la formule C^8 H^4 Tl^2 O^{12}.

Un excès d'acide tartrique précipite d'une dissolution de tartrate neutre du bitartrate de thallium sous la forme cristalline; ce bitartrate est beaucoup moins soluble que le tartrate neutre. La composition de ce dernier est C^8 H^5 Tl. O^{12}. Ses cristaux affectent la forme de prismes très-plats.

En chauffant de l'oxyde d'antimoine dans une dissolution de bitartrate de thallium, on obtient une sorte d'émétique de thallium. C'est un sel assez soluble qui cristallise en aiguilles et qui s'effleurit par la dessiccation.

Paratartrate. — Très-soluble dans l'eau. Il donne des cristaux groupés qui paraissent appartenir au système prismatique. Composition : C^8 H^4 $Tl.^2$ O^{12}

Malate. — Déliquescent, fond au-dessous de 100°; il cristallise lentement.

Citrate. — Très-déliquescent; cristallise difficilement en houppes soyeuses; un peu soluble dans l'alcool. Composition : C^{12} $H.^5$ $Tl.^3$ O^{14}.

Formiate. — Très-soluble dans l'eau, fond au-dessous de 100° sans se décomposer; sa composition correspond à la formule C^2 H. Tl. O^4. Il a une grande analogie avec la formiate de potasse.

Acétate. — Déliquescent; cristallise difficilement par une évaporation lente à 100°; conserve toujours une légère odeur

d'acide acétique ; très-soluble à chaud dans l'alcool il cristallise par le refroidissement de cette dissolution en beaux mamelons soyeux. — Composition $C^4 H^3 Tl O^4$.

Valérianate. — Présente la plus grande analogie avec l'acétate. Comme lui très-soluble dans l'eau et l'alcool $C^{10} H^9 Tl. O^4$.

Benzoate. — Cristallise en paillettes nacrées, n'est pas volatil.

Urate. — Obtenu par double décomposition de l'urate de potasse et du carbonate de thallium. Il est presque complètement insoluble.

Picrate. — Cristallise en lames soyeuses, ressemblant aux cristaux de picrate de potasse.

Cyanures. — Le cyanure de thallium peut s'obtenir à l'état de précipité cristallin, en versant peu à peu une dissolution concentrée de cyanure de potassium dans une dissolution saturée de carbonate de thallium ou en neutralisant l'oxyde de thallium par l'acide cyanhydrique. Il est soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans un excès de cyanure de potassium.

En versant une dissolution concentrée de ferrocyanure de potassium dans une dissolution saturée de carbonate de thallium, on obtient de petits cristaux jaunes de ferrocyanure de thallium, solubles dans un excès de ferrocyanure de potassium.

Le sulfocyanure est obtenu en remplaçant le ferrocyanure de potassium par le sulfocyanure de potassium.

La composition de ce sulfocyanure est $Cy. Tl. S^2$; il exerce sur les sels de fer la même réaction que le sulfocyanure de potassium, assez peu soluble; il cristallise très-bien en lames brillantes.

Cyanate. — Ce sel peut facilement s'obtenir. Si l'on mélange des dissolutions alcooliques de cyanate de potasse et d'acétate de thallium, il se précipite de petites paillettes brillantes de cyanate de thallium très-soluble dans l'eau et très-peu dans l'alcool : $Cy. Tl. O^2$.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE FABRICATION

DE L'ACIDE NITRIQUE,

Par M. F. KUHLMANN Fils.

SÉANCE DU 18 JUILLET 1862.

I.

Action du chlorure de manganèse et de divers autres chlorures sur le nitrate de soude ou de potasse.

Beaucoup de recherches ont déjà été faites pour utiliser le chlorure de maganèse, résidu de la fabrication du chlore; les unes en vue de la mise en valeur de l'acide chlorhydrique, les autres pour la régénération de l'oxyde de manganèse. Les résultats les plus importants et qui ont donné lieu à des procédés déjà sanctionnés par l'expérience, consistent dans la transformation du chlorure de manganèse en chlorure de barium dans les usines de Loos, près Lille, et la régénération du bioxyde de manganèse à Rollox, près Glascow.

Les expériences que je viens consigner consistent dans l'utilisation simultanée des deux principes constituants du chlorure de manganèse. J'ai fait une série d'essais pour étudier l'action réci-

proque des acides chlorhydrique et nitrique, lorsque ces acides sont combinés à certaines bases. J'ai constaté que beaucoup de chlorures décomposent les nitrates à une température peu élevée et que l'acide nitrique est déplacé à l'état d'acide hypoazotique et d'oxygène, sans qu'il y ait aucune production de chlore, si l'on a soin d'opérer sur des matières sèches.

En particulier, lorsque l'on décompose le nitrate de soude par le chlorure de manganèse, le manganèse s'oxyde aux dépens de l'oxygène d'une partie de l'acide nitrique ; il se produit, indépendamment d'une grande quantité d'acide nitrique condensable, de l'oxyde de manganèse assez riche en oxygène pour servir de nouveau à la fabrication du chlore. Cette double réaction ne présente pas seulement un intérêt scientifique, mais aussi un intérêt industriel, en vue duquel mes recherches ont eu lieu.

La réaction du chlorure de manganèse sur le nitrate de soude est facile à expliquer. Il se forme du chlorure de sodium et du manganèse qui d'abord se constitue à l'état de protoxyde en s'emparant de l'oxygène de la soude et arrive ensuite à un état d'oxydation plus avancé en empruntant à l'acide nitrique une partie de son oxygène. S'il ne se formait que du sesquioxyde la réaction pourrait se formuler ainsi :

$$2\,Mn\,Ch + 2\,Na\,O.\,Az\,O^5 = Mn^2\,O^3 + 2\,Na\,Ch + 2\,Az\,O^4 + O.$$

Mais l'oxydation du manganèse ne s'arrête pas au sesquioxyde ; il se forme une combinaison de bioxyde et de sesquioxyde contenant régulièrement 64 à 64,5 bioxyde de manganèse pur, et qui pourrait se représenter par la formule :

$$Mn^5\,O^8 \text{ soit} = 2\,Mn^2\,O^3 + Mn\,O^2 \text{ ou } 3\,Mn\,O^2 + 2\,Mn\,O.$$

La réaction entre le chlorure de manganèse et le nitrate de soude commence à environ 230° ; même en réglant la tempéra-

ture avec le plus grand soin, je n'ai pu obtenir que des manganèses à 65°. Pour la réaction, il faut s'arrêter à la formule suivante :

$$\text{Ch} + 5\,\text{N}a\text{O}.\,\text{Az}\,\text{O}^5 = \begin{cases} 2\,\text{Mn}^2\,\text{O}^3 + \text{Mn}\,\text{O}^2 \\ \text{ou } 3\,\text{Mn}\,\text{O}^2 + 2\,\text{MnO} \end{cases} + 5\,\text{N}a\text{Ch} + 5\,\text{Az}\,\text{O}^4 + 2\,\text{O}.$$

Le mélange d'acide hypoazotique et d'oxygène en rencontrant l'eau dans les appareils de condensation, se transforme en acide nitrique. L'excès de l'acide hypoazotique Az O^4 donne de l'acide nitrique et du bioxyde d'azote. L'air contenu dans les appareils étant suffisant pour ramener la totalité de ce dernier à l'état d'acide hypoazotique, la première réaction se reproduit ; si au contraire la quantité d'air est insuffisante, le bioxyde d'azote entre en partie en dissolution dans l'acide nitrique.

De nombreuses expériences m'ont donné comme moyenne de rendement 125 à 126 acide nitrique à 35° pour cent de nitrate de soude ; le rendement théorique étant 138 avec des produits purs et celui obtenu en général par le procédé actuel dans les fabriques de produits chimiques s'élevant à 127-128.

Je ne me suis pas borné à des expériences de laboratoire dont les résultats s'obtiennent avec une étonnante régularité, au point de vue du titre de l'oxyde de manganèse et du rendement en acide nitrique, j'ai opéré dans des cylindres en fonte avec les résidus bruts de la fabrication du chlore, neutralisés par la craie et séchés. J'ai obtenu comme rendement 120 à 124 %, en ayant soin de renouveler l'air des appareils de condensation après chaque opération. L'oxyde de manganèse a quelquefois présenté des titres un peu faibles, les opérations étant faites dans des cornues qui n'étaient pas chauffées uniformément.

Si la chaleur est trop forte ou insuffisante, on n'obtient plus que des manganèses à 55 % bioxyde.

La décomposition dans des fours à moufle, analogues à ceux servant dans les soudières, donnerait sans nul doute des résultats réguliers et entièrement satisfaisants.

L'oxyde de manganèse, mélangé de chlorure de sodium, se lessive facilement, en donnant des dissolutions saturées de ce chlorure.

Le mélange de l'oxyde de manganèse et de sel marin peut servir aussi directement à la fabrication du chlore, en faisant réagir sur ce mélange de l'acide sulfurique.

Dans tous les cas, il y a possibilité d'élever le titre de l'oxyde de manganèse en le chauffant en vase clos avec de l'acide nitrique, ou en faisant passer à travers cet oxyde, contenu dans des cylindres, des vapeurs nitreuses; on a ainsi des oxydes à titre très-élevé. Cette opération peut avoir lieu sans perte sensible d'acide nitrique, cet acide n'étant jamais amené à un état de sous-oxydation où il ne puisse se régénérer au contact de l'air et de l'eau.

Des essais ont été tentés avec divers autres chlorures, notamment avec les chlorures de calcium, de magnésium, de zinc; les réactions ont toujours présenté la plus grande netteté. Avec ces chlorures et le nitrate de soude, il y a formation, indépendamment de l'acide nitrique et du chlorure de sodium, d'oxyde de calcium, de magnésium, de zinc.

Dans toutes ces réactions, la totalité de l'oxygène est déplacée en même temps que l'acide hypoazotique, et la régénération de l'acide nitrique est des plus rapides au contact de l'eau contenue dans les appareils de condensation.

Si l'on emploie le protochlorure de fer, le protochlorure d'étain, le chlorure de plomb, les réactions présentent de l'analogie avec celle qui concerne le chlorure de manganèse. Il se forme, indépendamment des gaz nitreux et du sel marin, des oxydes de fer plus ou moins oxygénés, de l'acide stannique et un oxyde de plomb souvent coloré en rouge par le minium.

II.

Action de certains sulfates sur les nitrates alcalins.

Du moment où il est constaté que l'acide nitrique est déplacé des nitrates en chauffant ces sels avec certains chlorures, l'on est conduit facilement à admettre la décomposition des nitrates par les sulfates métalliques, ceux-la même qui, dans aucune réaction, ne jouent pas le rôle d'acides.

Le sulfate de manganèse décompose le nitrate de soude, en donnant lieu à des résultats analogues à ceux que donne le chlorure de manganèse. Le sulfate de soude remplace dans les produits de la réaction, le sel marin. La quantité d'acide obtenue est sensiblement la même.

Le sulfate de plomb, dont la production est considérable dans nos fabriques d'indiennes, peut, de même que le sulfate de manganèse, se substituer avec un grand avantage à l'acide sulfurique, dans la fabrication de l'acide nitrique. Il donne, à une température peu élevée, presque la totalité de l'acide nitrique, et pour résidu de l'oxyde de plomb mélangé de sulfate de soude.

Le résidu de la distillation constitue une masse boursoufflée d'un jaune clair, présentant par place des nuances d'un rouge vif qui accusent la formation d'un peu de minium.

Si l'on opère le lessivage de cette matière à chaud, il n'y pas reproduction de sulfate de plomb et très-peu d'oxyde de plomb est retenu par la dissolution du sulfate de soude.

Les deux produits de la calcination sont utilisables dans l'industrie, et ce procédé, où il n'y a pas de désoxydation de l'acide nitrique, ne le cède en rien, au point de vue industriel, à celui qui a pour but la décomposition du chlorure de manganèse par le nitrate.

Des réactions semblables ont lieu avec le sulfate de zinc et le sulfate de magnésie.

M. Kypké, qui travaille dans le laboratoire de mon père, a constaté que le sulfate de chaux lui-même pourrait déterminer la décomposition du nitrate de soude, si la température est assez élevée.

Cette dernière réaction donne lieu a une utilisation directe de l'acide sulfurique du plâtre, résultat en vue duquel de nombreuses recherches ont déjà eu lieu.

On obtient environ 90 d'oxyde nitrique à 35° pour 100 kil. de nitrate de soude et pour résidu un mélange de sulfate de soude et de chaux.

III.

Action de quelques oxydes métalliques, de l'alumine et de la silice sur les nitrates.

Au mois de septembre dernier, M. Wöhler constatait que si l'on chauffe un mélange de bioxyde de manganèse et de nitrate de soude, à l'abri du contact de l'air, il n'y a pas formation de manganate et qu'il se produit une grande quantité de soude caustique. J'avais déjà fait quelques expériences analogues au point de vue de la fabrication de l'acide nitrique, quand je connus l'observation de cet illustre chimiste.

Je constatai d'ailleurs que l'action moléculaire de l'oxyde de manganèse à bas titre, à 42 °/₀ par exemple, facilite la décomposition du nitrate de soude et produit 70 à 90 acide nitrique pour cent de nitrate. Le nitrate seul ne donne que 10 à 15 °/₀.

Le bioxyde de manganèse n'ayant pas la même tendance à s'emparer de l'oxygène de l'acide nitrique, opère son déplacement moins facilement; d'un autre côté, lorsqu'on emploie le protoxyde, les quantités d'acide nitrique obtenues sont aussi moins considérables, trop d'oxygène étant absorbé par le manganèse.

La masse obtenue, composée d'oxyde noir à 60° et de soude

caustique, se lessive très-facilement et donne deux produits qui peuvent être également utilisés dans l'industrie.

En poursuivant ces essais, j'ai constaté que les mêmes phénomènes se produisent lorsqu'on remplace l'oxyde de manganèse par l'oxyde de plomb et même par de la silice ou de l'alumine.

L'action de contact de la silice, quoique moins énergique que celle de l'alumine dans l'ancien procédé de fabrication de l'acide nitrique, facilite néanmoins beaucoup la décomposition du nitrate et donne 80 à 85 °/₀ acide nitrique, et 50 °/₀ si l'on opère en grand dans des cylindres de fonte.

Si l'on fond alors la masse, qui est légèrement agglutinée, dans des fours à réverbères, on obtient des silicates et des aluminates parfaitement purs. La quantité d'acide nitrique qu'on obtient est suffisante pour rendre très-avantageuse cette substitution des nitrates aux carbonates dans la fabrication de l'aluminate et du silicate alcalins, devenus des produits industriels importants par leurs applications à la teinture, au durcissement des pierres et à la peinture.

RECHERCHES STATISTIQUES

SUR LE MOUVEMENT DE LA POPULATION

DE LA VILLE DE LILLE

Pendant l'année 1860,

Par M. CHRESTIEN,

Membre résidant.

SEANCE DU 7 NOVEMBRE 1862.

Je viens exposer aujourd'hui la suite de mes recherches statistiques, sur le mouvement de la population de Lille, commencées avec l'année 1852. Chaque année vous les avez accueillies avec bienveillance; c'eût été la méconnaître que de ne pas vous faire part des résultats de l'année 1860. **Exposé du travail.**

Dans le travail relatif à l'année 1859, j'ai fait connaître les résultats de l'agrandissement de Lille au point de vue de son bureau de l'état-civil; j'ai indiqué et circonscrit avec détail les neuf arrondissements qui y sont maintenus, j'y renvoie naturellement, cette année, pour ne pas faire de répétitions inutiles.

Comme les années précédentes, j'ai établi l'augmentation qu'a subie la population par le fait de l'excès des naissances sur les décès et cela pour chacun des neuf arrondissements (Voyez le tableau N° 1). On y voit que l'augmentation de population non-seulement varie pour chacun d'eux, mais encore que cette différence est considérable, puisqu'elle flotte entre 2,92 et 26,89 **Augmentation de la population par le fait de l'excès des naissances.**

pour mille habitants. Un seul arrondissement présente un excès de décès. J'ai dit, l'an dernier, que ce fait est dû à l'existence de l'asile de la vieillesse dans cette circonscription ; nous rencontrons encore ce fait cette année. En total, l'excès des naissances sur les décès est de 1 050 habitants, soit une augmentation d'habitants de 9,08 par mille, et un total de 116 702 habitants pour toute la ville en 1860.

Base du travail. La population ainsi déterminée pour la cité et pour chacun de ses arrondissements, telle est la base de tout le travail. Les différents actes qui constituent son état-civil sont relatés et rapportés à chaque circonscription dans les tableaux II, III et IV. Ce sont eux qui fourniront toutes les données du travail; j'y renverrai quand il sera besoin.

Mariages. Commençons notre examen par les mariages. Leur nombre pour toute l'agglomération est de 995 (Voyez le tabl. N° II); il était pour l'année dernière de 1081, soit une diminution de 86. Tandis qu'en 1859 nous comptions un mariage pour 106 habitants, nous n'avons plus qu'un mariage pour 117 habitants, soit une diminution d'à peu près trois pour cent. En examinant le tableau N° III on voit que la proportion des mariages a diminué dans tous les arrondissements. Voilà deux années consécutives qui présentent ce même résultat; il est à craindre que quand nous chercherons le rapport existant entre les naissances naturelles et les naissances légitimes nous ne le trouvions augmenté sensiblement, résultat trop facile à prévoir comme conséquence d'une grande agglomération industrielle.

Quoi qu'il en soit, les mariages sont encore plus nombreux à Lille que dans la population urbaine de la France, puisqu'on n'y compte qu'un mariage sur cent trente-deux habitants; et pour la France entière, population urbaine et rurale réunies, un mariage sur cent trente-trois habitants.

Mariages par mois.

Si nous étudions les mariages relativement aux mois pendant lesquels ils ont lieu (tableau N° III), nous trouverons que la moyenne est de quatre-vingt-deux et une fraction. Les mois d'avril et mai sont ceux qui présentent le chiffre le plus élevé : cent onze et cent ; ils correspondent à la *Mi-Carême* et à la fête populaire du *Broquelet*. Le mois de mars est au contraire le mois qui offre le chiffre le plus bas ; il entre toujours en partie dans le Carême, aussi il est toujours parmi les mois qui comptent le moins de mariages. Janvier, mars, juin, juillet et novembre offrent un chiffre au-dessous de la moyenne ; février, avril, mai août, septembre, octobre et décembre un chiffre qui la dépasse.

Instruction des contractants

Parmi les 995 contractants 643 hommes ont signé ; 352 ne l'ont pas fait et sont regardés comme ne le sachant faire.

Soit donc 64,62 sur 100 sachant écrire, et 35,38 ne le sachant faire.

Pour les femmes, sur 995 contractantes 488 ont signé ; 507 ne l'ont pas fait.

Soit 49,04 sur 100 sachant écrire, et 59,96 ne le sachant pas.

C'est là, on ne saurait le dissimuler, une donnée bien pénible malgré les sacrifices considérables faits en faveur de l'instruction primaire ; le but, on le voit, est loin d'être atteint. A Lille, chef-lieu du département du Nord, certainement l'un des plus riches de l'Empire, 35 pour cent des hommes et 50 pour cent des femmes ne sachant pas même écrire, quand pour la France entière la moyenne est de 32 hommes et 49 femmes ; Lille est donc au-dessous de la moyenne.

Multiplions donc les écoles, et par tous les moyens, attirons y les enfants de notre population ouvrière. J'appelle d'autant plus l'attention sur ce point que depuis 1857 que j'ai relevé ces chiffres, la proportion des contractants ne sachant pas écrire va toujours en augmentant :

Ainsi, pour 1857, sur 100, nous avons 31 hommes et 51 femmes.

— 1858	—	29	—	51	—
— 1859	—	34	—	55	—
— 1860	—	35	—	51	—

Légitimation par le mariage.

De ces 995 mariages 150 ont légitimé 184 enfants, soit donc un mariage sur 6.63 qu'on peut appeler réparateur, chiffre très-élevé, dû incontestablement à l'influence heureuse de la Société de St.-François Régis [1] ; à Paris, cette proportion n'est que de un sur dix.

Ces 150 mariages ont assuré la légitimation à 184 enfants, ce qui donne le résultat suivant : 100 mariages légitimant 122 enfants, donnée identiquement semblable à celle de l'année dernière.

Mariages au point de vue de l'âge.

Si on veut considérer les mariages eu égard à l'âge des contractants le tableau N° V fournit les données suivantes : Parmi les hommes célibataires, six avaient moins de vingt ans, quatre avaient plus de soixante ans. Pour les hommes c'est de vingt-cinq à trente ans qu'a lieu la plus grande quantité des mariages; ils sont dans la proportion de trente à cent, à peu près le tiers.

1 Nous croyons faire acte de justice en relatant ici un extrait de l'analyse des travaux de la Société de St-François Régis de Lille pendant l'année 1860.

	Inscriptions	Mariages.	Légitimations.
Lille (ancien).....	270	230	70
Wazemmes.....	127	111	17
Moulins-Lille.....	65	55	8
Esquermes...	9	6	0
Fives.....	27	32	6
Lille et les communes annexées	498	434	101

Parmi les femmes célibataires soixante-treize avaient moins de vingt ans, deux seulement avaient au-delà de cinquante ans; et c'est entre vingt et vingt-cinq que se célèbre la plus grande partie des mariages. Le rapport est de trente-sept et une fraction pour cent; notablement plus du tiers.

Mariages au point de vue de l'état-civil des contractants.

Relativement à l'état-civil des contractants (voir le tableau N° V), nous constatons que

780 mariages ont eu lieu entre hommes et femmes célibataires;
46 » » entre célibataires et femmes veuves;
119 » » entre veufs et femmes célibataires;
10 » » entre veufs et veuves.

Soit sur 100 mariages 78,39 entre célibataires;
» » 4,62 entre célibataires et femmes veuves;
» » 11,95 entre veufs et femmes célibataires;
» » 4,02 entre veufs et veuves.

Les mariages entre hommes célibataires et femmes veuves, sont un peu moins fréquents, cette année, que les années précédentes.

Les mariages en deuxièmes noces sont plus fréquents pour les hommes que pour les femmes; en effet, si l'on prend le nombre multiplié par cent des seconds mariages parmi les femmes pour unité, on obtient pour exprimer le nombre des seconds mariages parmi les hommes, le nombre cent trente-huit; soit plus d'un tiers en sus.

Naissances.

Pendant l'année 1860 les naissances se sont élevées à Lille, à 4486; (Voir le tableau N° VI.) soit 38,43 naissances pour mille habitants; l'an dernier nous avons obtenu 38,73 naissances pour mille habitants, soit une diminution, pour cette année, égale à une naissance et un tiers par mille habitants; ou bien encore pour 1860, une naissance pour 26,23 habitants, quand l'an dernier nous comptions une naissance pour 25,16 habitants. Tou-

tefois si les naissances de 1860 ont été un peu moins fréquentes, les décès afférents à cette année ayant aussi été moindres, le rapport entre les naissances et les décès se trouve être absolument le même que celui obtenu l'an dernier, à une légère fraction près ; ainsi nous avons 128 naissances pour 100 décès et, l'an dernier, nous avions 129 naissances pour 100 décès.

Rapport des naissances dans chaque arrondissement

Comme l'an dernier le rapport des naissances à la population et aux décès varie pour chaque arrondissement (Voir le tableau N° VI) dans des limites très-larges ; ainsi, pendant que dans le 8e arrondissement on compte 27 naissances pour mille habitants, ou une naissance pour 36 habitants et une fraction, on compte 55 naissances dans les 5e et 6e, ou une naissance pour 18 habitants ; pendant que dans celui-là pour 100 décès on a 129 naissances, dans ceux-ci on obtient 143 et 166 naissances, et même, dans le 9e arrondissement, on arrive à avoir 203 naissances pour 100 décès.

On trouve l'explication de ces chiffres si différents dans l'examen des éléments de ces diverses populations. Dans le 8e arrondissement, ancienne commune d'Esquermes, on ne rencontre que très-peu de population ouvrière vouée à l'industrie, l'immigration est presque nulle ; dans les anciennes communes de Wazemmes, Moulins-Lille et Fives, formant les 6e, 7e et 9e arrondissements, au contraire, la population ouvrière industrielle est considérable et tend à s'accroître chaque jour par le fait d'immigrations nombreuses. Or, on sait que c'est principalement, pour ne pas dire uniquement, parmi les adultes que se font ces déplacements d'habitants à la recherche du travail dont le produit est nécessaire aux besoins de leur jeune famille, constamment croissante.

Fécondité des mariages.

Lille a compté pendant l'année 1860, 3723 naissances légitimes, plus 271 mort-nés, aussi légitimes (Tableau N° VII), soit

3994 naissances à diviser par le nombre des mariages, 995, ce qui donne 4,01 naissances pour un mariage : nous n'avions l'an dernier que 3,91 naissances. La fécondité moyenne, qui déjà l'an passé était supérieure à celle de la France, serait donc encore en voie d'augmenter. Ce phénomène est aussi une conséquence du mouvement d'immigration qui s'opère vers les grands centres industriels lesquels attirent à eux, nécessairement, une population où l'élément adulte doit prédominer.

Fécondité des mariages dans chacun des arrondissements

La fécondité des mariages présente des variations dans les diverses divisions que nous avons admises dans la cité. Ainsi elle est exprimée :

Dans le 1er	arrond.,	par	1,36 naiss.	par mariage.
— 2e	—		0,90	—
— 3e	—		4,06	—
— 4e	—		2,71	—
— 5e	—		3,26	—
— 6e	—		5,18	—
— 7e	—		4,78	—
— 8e	—		4,72	—
— 9e	—		5,78	—

Ainsi, c'est dans les 6e et 9e arrondissements, autrefois Wazemmes et Fives, dont la population est éminemment industrielle, que la fécondité des mariages est la plus considérable. L'an dernier le résultat était tout autre, il était en faveur de la 7e circonscription, autrefois Esquermes, où l'élément ouvrier industriel est loin d'avoir atteint les mêmes proportions que dans ceux que nous venons de citer.

Rapport sexuel dans les naissances.

Pour arriver à connaître le rapport qui existe entre les deux sexes, soit parmi les naissances légitimes ou les naissances naturelles ou toutes deux, il suffit de multiplier l'un de ces nombres

par cent et de le diviser par l'autre pris comme unité. Ainsi les naissances masculines, nés vivants et nés morts, sont pour toute l'agglomération de 2322 nés vivants, 209 nés morts, soit 2531 qui représentent 109 naissances masculines pour 100 naissances féminines, celles-ci n'étant que de 2164 nées vivantes et 138 mort-nées, soit en tout 2302.

Rapport sexuel dans les naissances légitimes.

Si nous cherchons ce même rapport pour les naissances légitimes, nous trouvons 1947 nés vivants et 162 nés morts, soit 2109 naissances masculines pour 1776 naissances féminines vivantes et 105 nées mortes féminines, soit 1881 naissances féminines légitimes, ce qui donne 112 naissances masculines légitimes pour 100 naissances féminines de la même catégorie.

Cette année, il y a parité des deux sexes parmi les naissances naturelles.

Même rapport dans les mort-nés.

Parmi les mort-nés légitimes et naturels réunis, le rapport se trouve être de 151 mort-nés masculins pour 100 mort-nés féminins. Il se trouve être pour les mort-nés légitimes de 154 mort-nés garçons pour 100 filles.

Parmi les mort-nés naturels nous trouvons 142 garçons pour 100 filles.

Ainsi, dans tous les cas, les naissances masculines sont plus fréquentes que les naissances féminines; mais c'est surtout parmi les mort-nés que cette différence est considérable. Depuis longtemps les accoucheurs avaient noté ce fait que l'accouchement était plus souvent funeste pour le fœtus du sexe masculin que pour celui de l'autre sexe.

Rapport des naissances légitimes aux naissances naturelles.

Les naissances, déduction faite des mort-nés, s'élèvent à 4486, soit 3723 naissances légitimes et 763 naissances naturelles, 271 mort-nés légitimes et 80 mort-nés naturels, ce qui nous donne :

Un mariage pour 3,74 naissances légitimes ;
Une naissance légitime pour 31,34 habitants ;
Une naissance naturelle pour 4,87 naissances légitimes ;
Une naissance naturelle pour 152 habitants ;

D'où il résulte que la fécondité des mariages a été, pendant l'année qui nous occupe, un peu plus considérable que pendant l'année précédente, que toutefois les naissances légitimes sont moindres dans leur rapport avec la population ; que les naissances naturelles ont aussi éprouvé une diminution notable dans leur rapport à la population, ainsi que dans leur rapport avec les naissances légitimes, résultat qu'on n'osait pas espérer en constatant la diminution de la fécondité des mariages.

Continuons cet examen pour chacun de nos arrondissements urbains ; ils nous offriront certainement des différences curieuses et intéressantes à constater.

Pour le *premier arrondissement*, nous trouvons :
Pour cent naissances féminines, 0,94 naissances masculines ;
Pour un mariage, 3,08 naissances légitimes ;
Pour une naissance légitime, 37,78 habitants ;
Pour une naissance naturelle, 3,37 naissances légitimes ;
Pour une naissance naturelle, 127 habitants.

Le rapport des naissances naturelles à la population et aux naissances légitimes est un peu plus fort, cette année, que l'an dernier. Par exception, les naissances féminines l'emportent de près de six pour cent.

Pour le *deuxième arrondissement*, nous trouvons :
Pour cent naissances féminines, 108 naissances masculines ;
Pour un mariage, 3,22 naissances légitimes ;
Pour une naissance légitime, 39,45 habitants ;
Pour une naissance naturelle, 6,78 naissances légitimes ;

Pour une naissance naturelle, 267 habitants.

Les différents rapports des naissances sont ici à peu près les mêmes que l'an dernier; seulement ils montrent d'une manière générale que les naissances ont été, cette année, moins nombreuses.

Pour le *troisième arrondissement*, nous comptons :
Pour cent naissances féminines, 101 naissances masculines;
Pour un mariage, 3,71 naissances légitimes;
Pour une naissance légitime, 34,91 habitants;
Pour une naissance naturelle, 3,52 naissances légitimes;
Pour une naissance naturelle, 123 habitants.

Le nombre des naissances naturelles, eu égard à la population, est moins élevé, cette année, que l'an dernier.

Pour le *quatrième arrondissement*, nous comptons :
Pour cent naissances féminines, 120 naissances masculines;
Pour un mariage, 2,55 naissances légitimes;
Pour une naissance légitime, 45,34 habitants;
Pour une naissance naturelle, 2,87 naissances légitimes;
Pour une naissance naturelle, 132 habitants.

Ces résultats, comparés à ceux analogues obtenus en 1859, montrent un accroissement considérable de naissances masculines; la différence est de près d'un tiers en faveur des naissances masculines de 1860. Ils montrent encore que, d'une manière générale, les naissances ont été moins nombreuses, et que la proportion des naissances naturelles à la population a sensiblement augmenté.

Dans le *cinquième arrondissement*, nous comptons :
Pour cent naissances féminines, 105 naissances masculines;
Pour un mariage, 2,13 naissances légitimes;

Pour une naissance légitime, 41,62 habitants ;
Pour une naissance naturelle, 4,80 naissances légitimes ;
Pour une naissance naturelle, 200 habitants.

On constate, en comparant ces données à celles de l'an dernier, que dans cet arrondissement les naissances masculines sont sensiblement plus nombreuses que l'an dernier, où exceptionnellement les naissances féminines l'emportaient sur les naissances masculines, que le rapport des naissances légitimes et naturelles à la population a diminué et par conséquent aussi la fécondité des mariages.

Dans le *sixième arrondissement* (ancienne commune de Wazemmes), nous comptons :

Pour cent naissances féminines, 115 naissances masculines ;
Pour un mariage, 4,84 naissances légitimes ;
Pour une naissance légitime, 21,45 habitants ;
Pour une naissance naturelle, 5,62 naissances légitimes ;
Pour une naissance naturelle, 120 habitants.

Les naissances masculines sont aussi dans un rapport plus élevé que l'an dernier, ainsi que la fécondité des mariages ; le rapport des naissances naturelles à la population s'est accru, quoiqu'elles n'aient pas varié dans leur rapport avec les naissances légitimes.

Dans le *septième arrondissement* (ancien Moulins-Lille), nous comptons :

Pour cent naissances féminines, 101 naissances masculines ;
Pour un mariage, 4,47 naissances légitimes ;
Pour une naissance légitime, 20,48 habitants,
Pour naissance naturelle, 7,62 naissances légitimes,
Pour une naissance naturelle, 156 habitants.

Les résultats de 1860, pour cet arrondissement, sont à très-

peu de chose semblables à ceux de l'an dernier ; on remarque seulement une diminution sensible dans le rapport des naissances naturelles à la population.

Dans le *huitième arrondissement*, (ancien Esquermes), nous comptons :

Pour cent naissances féminines, 128 naissances masculines;
Pour un mariage, 4,45 naissances légitimes;
Pour une naissance légitime, 39 habitants;
Pour une naissance naturelle, 14 naissances légitimes;
Pour une naissance naturelle, 546 habitants.

Comparés à l'exercice dernier, les résultats fournis par cet arrondissement, en 1860, nous montrent que les naissances masculines dans leur rapport aux naissances féminines, ont été moins nombreuses, que surtout la fécondité des mariages a très sensiblement diminué ainsi que les naissances par rapport à la population, et aussi que les naissances naturelles sont en décroissance, comparées aux naissances légitimes et dans leur rapport avec la population.

Dans le *neuvième arrondissement*, (ancienne commune de Fives) nous comptons :

Pour cent naissances féminines, 115 naissances masculines;
Pour un mariage, 5,29 naissances légitimes;
Pour une naissance légitime, 20,64 habitants;
Pour une naissance naturelle, 10 naissances légitimes;
Pour une naissance naturelle, 206 habitants.

Ces divers résultats diffèrent peu, dans cet arrondissement de ceux analogues fournis l'an dernier.

Ainsi le rapport des naissances des deux sexes est très différent dans les diverses circonscriptions. Tandis que dans la première les naissances masculines sont moins nombreuses que les

féminines, elles dépassent de 20 et 28 pour cent, celles-ci dans les quatrième et huitième. Pour le quatrième arrondissement ce résultat se produit pour la première fois et se trouve être probablement accidentel et exceptionnel; mais pour le huitième, nous l'avons déjà observé l'an dernier; il y a là probablement une influence difficile à déterminer et que nous rechercherons si le phénomène se reproduit dans les années suivantes.

Il résulte aussi de ces rapprochements entre les divers arrondissements de grandes différences entre eux relativement à la fécondité des mariages ; ainsi nous comptons dans le quatrième arrondissement 2,55 naissances par mariage, nous avons à l'autre extrémité de l'échelle, dans le neuvième, 5,29 naissances pour également un mariage, plus du double par conséquent. Ici, point de doute, ce résultat est dû à la part considérable de la population adulte parmi une population éminemment ouvrière et qui s'accroît par une immigration constante.

Nous remarquons aussi que dans les cinquième et quatrième arrondissements, nous ne comptons qu'une naissance pour 41 et 45 habitants ; dans les sixième, septième et neuvième, nous avons une naissance pour 21 et 20 habitants.

Pendant que dans les troisième et sixième arrondissements nous avons une naissance naturelle pour 123 et 120 habitants, les deuxième et huitième ne comptent qu'une naissance naturelle pour 267 et 546 habitants, plus de moitié moins pour le deuxième et plus de quatre fois moins pour le neuvième.

Naissances multiples.

En 1860, Lille a compté 46 naissances doubles qui ont donné :

Garçons vivants	46.	Nés morts	7.	Ensemble	56.
Filles vivantes,	33.	Nées mortes,	3.	Ensemble	36.

Seize fois les enfants étaient de sexes différents;
Vingt fois » du sexe masculin ;
Dix fois » du sexe féminin.

Les naissances, en y comprenant 351 mort-nés, se sont élevées, en 1860, à 4837. Si nous en déduisons 46 naissances doubles, il nous reste 4791, ce qui nous donne une naissance double sur 104; nous avions, l'an dernier, une naissance double sur 89. Nous obtenons donc, cette année, une diminution sensible.

Mort-nés; leur rapport aux naissances.

Le rapport des mort-nés aux naissances est un point très-intéressant à constater; nous allons le donner ici pour chacun des arrondissements ainsi que pour toute l'agglomération.

1er Arrondissem.	669 naiss.	66	mort-nés,	soit p. 100 naiss.	9,86	mort-nés.
2e. —	514 —	32	—	—	6,22	—
3e. —	701 —	60	—	—	8,55	—
4e. —	275 —	18	—	—	6,54	—
5e. —	418 —	36	—	—	8,61	—
6e. —	1067 —	76	—	—	7,12	—
7e. —	440 —	31	—	—	7,04	—
8e. —	105 —	6	—	—	5,71	—
9e. —	297 —	26	—	—	8.75	—
Pour toute la ville	4486 —	351	—	—	7,82	—

Si nous procédons de la même manière et que nous rapprochons les mort-nés légitimes (Tableau N° VII) des naissances (Tableau N° IV) de même nature et les mort-nés naturels pareillement, nous obtiendrons pour chacun des arrondissements urbains et pour toute la ville le rapport des mort-nés aux naissances de chaque espèce et nous pourrons en déduire l'influence de l'illégitimité sur le nombre des mort-nés.

Dans le 1er Ar., nous avons pour	100 naissances légitimes,	9,49	mort-nés	légitimes.
	100 naissances illégitimes,	11,11	»	illégitimes.
2e —	100 naiss. lég.	5,35	»	légi.
	100 naiss. illég.	12,12	»	illég.

Dans le 3e Arr. nous avons pour	100 naiss. lég.	8,05	mort-nés	lég.
	100 naiss. illég.	10,32	»	illég.
4e —	100 naiss. lég.	6,37	»	lég.
	100 naiss. illég.	9,01	»	illég.
5e —	100 naiss. lég.	8.38	»	lég.
	100 naiss. lég.	9,72	»	illég.
6e —	100 naiss. lég.	5.96	»	lég.
	100 naiss. illég.	13,66	»	illég.
7e —	100 naiss. lég.	6,94	»	lég.
	100 naiss. illég.	7,84	»	illég.
9e —	100 naiss. leg	9,25	»	lég.
	100 naiss. illég.	3,70	»	illég.
Pour la ville entière.	100 naiss. lég.	7,09	»	légi.
	100 naiss. illég.	10,48	»	illég.

Dans le 8e arrondissement il n'y a que sept naissances naturelles et point de mort-nés, c'est pourquoi on ne le trouve pas repris ici. Ainsi il résulte de ce rapprochement que le fait de l'illégitimité augmente très-sensiblement la production des mort-nés. Du reste, a priori, on devait penser que les soins dont sont l'objet dans la famille et la femme et l'enfant, même avant la naissance, lesquels manquent le plus souvent à la femme qui porte un enfant naturel, doivent contribuer à ce résultat, et le favoriser si, comme cela arrive trop souvent, les égards sont remplacés par de mauvais traitements ou les effets de la misère et de l'inconduite.

Rapport sexuel parmi les mort-nés.

Depuis que nous étudions le mouvement de la population de notre cité, c'est-à-dire depuis dix ans, nous avons constamment remarqué que le sexe masculin l'emportait sur le sexe féminin parmi les mort-nés. Nous avons plusieurs fois dit que ce résultat

n'était pas particulier à notre cité, mais presque général. Pour cette année, les mort-nés du sexe féminin étant exprimés par 100 les mort-nés masculins le sont par 151, plus d'une moitié en plus.

Il nous reste à examiner les naissances relativement aux mois pendant lesquels elles ont lieu (Voir le tableau N° II).

Naissances par mois.

Les naissances se sont élevées à 4486, ce qui donne une moyenne de 373 naissances par mois. Février, avril, juin, juillet, août et septembre ne fournissent qu'un chiffre en dessous de la moyenne, tandis que janvier, mars, mai, octobre, novembre et décembre fournissent un chiffre qui la dépasse. Comme les années précédentes, nous ne voyons point qu'il y ait de rapports entre les naissances et les mois de l'année. Depuis dix ans nous trouvons ceux-ci dans un ordre qui n'offre rien de constant. Ainsi, l'an dernier, mars tenait le haut de l'échelle et septembre la limite inférieure. Cette année, mai présente le chiffre le plus élevé, et le plus bas nous est fourni par le mois d'août.

L'ordre dans lequel se rangent les mois de l'année, relativement aux naissances, est différent lorsque l'on considère celles-ci dans l'état de mariage ou de célibat. Ainsi, en ajoutant les mort-nés aux naissances, soit légitimes, soit naturelles, nous obtenons ;

Pour les premiers, l'ordre suivant		Pour les seconds, cet autre ordre	
Mai.....	369	Janvier....	81
Avril.....	346	Mars.....	81
Janvier...	345	Décembre..	80
Novembre.	343	Juin.....	77
Octobre...	340	Juillet....	73
Décembre.	335	Octobre...	69
Mars.....	332	Novembre.	69
Septembre.	325	Février....	67

Pour les premiers, l'ordre suivant.		Pour les seconds, cet autre ordre	
Février...	322	Mai.....	64
Juin.....	318	Septembre..	63
Août.....	318	Août.....	61
Juillet....	302	Avril.....	57

Comme c'est la première année que j'établis cette comparaison, il n'y a, bien entendu, rien à en déduire. Je continuerai pour les années suivantes, et ce ne sera qu'après un certain laps d'années que l'on pourra peut-être en déduire une donnée nouvelle.

Nous allons maintenant nous occuper des décès (Tabl. N° VIII) pendant l'année 1860. Ils se sont élevés, pour l'agglomération entière, au chiffre de 3499, soit 47 décès de moins que l'an dernier, et une différence de 947 en faveur des naissances, soit une augmentation de 3,45 pour mille habitants par l'excès des naissances sur les décès pendant l'année 1860; l'augmentation pour ce même fait avait été de 9,08 pendant l'année précédente. Décès.

Cet excès des naissances sur les décès n'est pas le même pour tous nos arrondissements (Voyez le tableau N° IX). Ainsi, tandis que dans le septième (Moulins-Lille), et dans le neuvième (Fives), il s'élève à 22 et 27 pour mille habitants, il y a, au contraire, excédant des décès dans le deuxième et le quatrième; cela est dû aux décès de l'Hospice-Général pour le deuxième, et de l'Hôpital-Militaire pour le quatrième; ce fait est presque constant, et la preuve qu'il est dû à ces deux établissements, c'est que, si on supprime les 197 décès de l'Hospice-Général pour le deuxième, et les 57 décés de l'Hôpital-Militaire pour le quatrième, on a alors, dans le deuxième, 154 naissances en plus des décès, ou une augmentation égale à 8,71 pour mille habitants, et dans le quatrième 39 naissances en plus des décès, ou une augmentation égale à 4,21 pour mille habitants. Le ta-

bleau N° X nous fait connaître la mortalité proportionnelle de la cité et de chacun de ses arrondissements, et nous la montre un peu inférieure à celle de l'année précédente ; c'est surtout dans les arrondissements récemment annexés que cette diminution est sensible ; nous l'avons notée dès l'année dernière pour l'ancienne ville.

Rapport des décès aux naissances.

Le rapport des décès aux naissances nous est fourni par le tableau XI pour l'agglomération et pour chacune de ses divisions. Pour la cité entière il est, comme l'année passee, de 77 pour cent. Pour chacun des arrondissements il offre des variations que nous ne pouvons que signaler. Le neuvième arrondissement nous donne un chiffre très-remarquable : les décès n'y sont aux naissances que dans le rapport de 49 à 100. Pour l'an dernier, nous l'avons trouvé de 53 : il y a donc encore une diminution de 4 pour cent. Ce ne sera qu'après un laps d'années beaucoup plus considérable que le rapprochement de ces chiffres permettra quelque déduction.

Rapport des décès aux naissances par sexe.

Du tableau N° XII, établissant ce rapport, il résulte que la mortalité est pour le sexe féminin un peu plus forte que pour le sexe masculin, c'est surtout dans le cinquième arrondissement que la différence est plus marquée ; ce fait est conforme à l'observation générale, et c'est pour la troisième année que nous le constatons à Lille.

Rapport des décès aux naissances par âge et arrondissement

Le tableau N° XIII nous fait connaître le rapport des décès aux naissances par âge et arrondissement :

Il en résulte que dans le premier mois de la vie il meurt un peu plus de 4 pour cent des naissances, que c'est dans le neuvième arrondissement que les morts de cette période sont les moins nombreux, tandis que c'est dans le septième arrondissement qu'on en compte le plus : ils y atteignent le chiffre de 5 pour cent.

De un à six mois, les décès, qui sont en moyenne pour la ville entière de 8 pour cent, varient très-sensiblement pour les divers arrondissements, atteignent dans le second à peine 4 pour cent, et s'élèvent à plus de 11 pour cent dans le 8e. Déjà l'an dernier, les décès de cette période étaient très-élevés à Esquermes ; il est difficile non-seulement de signaler, mais de présumer la cause de ce fait ; nous ne sachons pas qu'aucune épidémie ait sévi dans cette circonscription pendant l'année 1860. La rougeole a bien régné pendant l'année, mais c'est surtout dans les circonscriptions qui formaient l'ancien Lille.

Ce même tableau nous montre qu'il meurt de la naissance à un an, et de un à dix la même proportion d'enfants, soit dix-neuf et une fraction pour cent des naissances. Enfin il nous montre que sur cent enfants naissant à Lille, il y en a à peine soixante qui atteignent leur vingtième année. C'est encore le neuvième arrondissement qui fournit le chiffre le plus favorable ; il y a, en sa faveur, une différence équivalante à dix pour cent.

Ce dernier résultat n'est du reste pas exceptionnel à Lille. Ainsi, si nous comparons le chiffre des naissances masculines du département du Nord de 1854 à 1861 inclusivement, soit sept années, au chiffre des jeunes gens inscrits pour former les classes de 1854 à 1859 inclusivement, soit également sept années, nous voyons que ces derniers ne représentent plus que 55,66 pour cent des naissances.

Pour le département de la Seine, le nombre (11,169) des jeunes gens inscrits pour former la classe de 1861 est à celui (19,286) des naissances masculines de 1841 dans le rapport de 57 à 100.

Décès par mois.

La moyenne mensuelle des décès est de 291, en chiffre rond, un peu moins élevé que celle de l'an dernier. Voici l'ordre dans lequel se rangent les divers mois de l'année en commençant par ceux qui présentent les chiffres les moins élevés :

Septembre. .	210	Février. .	307
Août . . .	220	Juin . .	309
Octobre . .	237	Janvier. .	314
Novembre . .	239	Avril . .	360
Juillet . . .	252	Mai. . .	361
Décembre. .	276	Mars . .	363

Notons encore une fois que cet ordre non-seulement n'a rien de constant mais qu'il est essentiellement variable ; du moins neuf années d'observations tendent à nous le faire croire.

La même observation doit être faite au sujet des décès considérés par trimestre ; leur ordre est aussi très-variable. Cette année nous avons :

1er trimestre .	984 décès	2e trimestre .	1030 décès
3e trimestre .	682 décès	4e trimestre .	752 décès

Mais il résulte de nos observations que le chiffre des décès est sensiblement plus élevé pour les six premiers mois que pour les autres six mois. Ceci nous paraît devoir être attribué à notre climat ; il est d'observation que l'automne est assez souvent très-beau tandis qu'il est bien rare que le printemps ne soit pas froid et pluvieux.

Décès dans les hôpitaux et hospices

Dans le tableau N° XV nous avons indiqué les décès pour chacun des arrondissements et des établissements hospitaliers. L'hôpital St.-Sauveur recevant seul les malades de toute l'agglomération, nous avons établi le rapport de ses décès avec la population de chacun des arrondissements qui les ont fournis. Pour connaître ce rapport à l'égard du sixième arrondissement nous avons dû y ajouter les décès de l'hôpital St.-Roch, ses malades y étant également reçus. Il appert de ce tableau que la mortalité a été plus forte à St.-Sauveur que pendant l'exercice précédent ; nous ignorons si la population de l'établissement a été sensiblement plus considérable ; nous devons

le présumer, mais c'est surtout le rapport des décès à St.-Sauveur avec la population de chacun des arrondissements qui s'est accru. Ce fait est surtout très-marqué pour les anciennes communes annexées ; il a lieu de nous surprendre ; nous avions constaté dans notre dernier travail que le nombre des malades fournis par les communes annexées annonçait que ces populations n'avaient pas encore l'habitude d'avoir recours à ce genre d'assistance. Le troisième arrondissement est toujours celui qui fournit une plus large part à la mortalité de l'hôpital. Ainsi il fournit un décès à l'hôpital sur 186 habitants ; le premier arrondissement, qui se range immédiatement après lui, n'en fournit qu'un sur 256 habitants ; les deuxième et huitième au contraire ne fournissent plus qu'un décès à l'hôpital pour 425 et 453 habitants, différence considérable.

Causes des décès

En nous reportant au tableau N° VIII nous trouvons mentionné les causes des décès, par appareil, maladie, âge, et cela pour chacun des arrondissements. Nous y constatons que l'appareil respiratoire est toujours celui aux lésions duquel est attribué la plus forte part des décès : 1334 sur 3499, soit 38 pour 100 en chiffre rond et cela tout aussi bien pour chaque arrondissement pris isolément que pour toute l'agglomération. En seconde ligne vient l'appareil digestif, les décès qui lui sont imputés sont aux décès généraux dans le rapport de 21 à 100. Du reste, l'ordre dans lequel se rangent les divers appareils paraît, d'après nos recherches, être assez constant.

Phthysie

Parmi les maladies de l'appareil respiratoire il en est une qui doit avoir le triste privilége de nous arrêter, je veux parler de la phthysie. Elle compte à elle seule pour près de quatorze pour cent dans la mortalité générale, c'est surtout de dix à quarante ans qu'elle a sévi et plus particulièrement en février, mars et avril,

Depuis 1855 j'ai établi pour chaque année le rapport entre les décès dues à la phthysie et la population de chaque arrondissement. L'intérêt qui s'attache à cette question m'engage à le faire ici pour 1860.

Le tableau N° XVI nous fournit ces divers rapports et nous permet de constater une diminution de ces décès pour toute l'agglomération. Il nous montre que le rapport des décès par la phthysie pour mille habitants varie pour les divers arrondissements entre 3,11 pour le second, chiffre minimum, et 4,88 pour le sixième, chiffre maximum ; enfin il fait ressortir la différence considérable qui existe, à ce point de vue, entre l'ancienne ville et les communes annexées.

Entérite.

En effet, dans ces dernières, on compte 7,15 décès pour mille habitants tandis que dans l'ancienne ville on n'en compte que 3,72, différence en faveur de celle-ci de près de moitié ; pour l'année 1859, la différence n'était que de 0,50 et par conséquent insignifiante, ce qui peut laisser espérer que le résultat de cette année est tout à fait fortuit.

Dans l'appareil digestif l'entérite suit de très-près par son chiffre la phthysie, mais ce que je veux vous signaler, cette année encore, c'est la quantité de jeunes enfants qui succombent à cette affection. Sur un total de 472, 275 victimes de cette affection, plus de la moitié, n'avaient pas plus d'un an, et 180 avaient moins de six mois, tristes résultats que je n'hésite pas, vous le savez, à attribuer à l'impossibilité très-fréquente où se trouvent les mères d'allaiter leurs enfants et à une alimentation défectueuse de ces jeunes enfants. Tout en signalant ces faits si pénibles, je dois dire qu'ils sont moins nombreux que l'an dernier; puisse ce mouvement de décroissance se continuer et devenir de plus en plus sensible.

Décès par suite de couches.

Du nombre des naissances et de mort-nés de l'année, déduction faite des naissances doubles, il appert que 4791 accouche-

ments ont eu lieu pendant cette période à Lille. Les décès imputés aux suites de couches se sont élevés à 20; on constate ainsi qu'il est mort de ce fait 4,17 pour 1000 ou une femme sur 228, résultat sensiblement plus favorable que les années précédentes. C'est surtout dans le sixième arrondisssment que la perte a été considérable.

La variole a produit cinq décès seulement dont quatre de sujets non vaccinés. Variole.

Les suicides, moins nombreux que pour l'an dernier, sont au nombre de 17 dont 12 parmi les hommes et 4 parmi les femmes; ils ont eu lieu : 5 par submersion volontaire, 11 par strangulation volontaire, 1 seul par instrument tranchant. Quant à l'âge, 3 ont eu lieu de 20 à 30 ans, 2 de 30 à 40, 1 de 40 à 50, 4 de 50 à 60 et 1 de 70. Suicides.

Les cancers figurent aux causes de mortalité 58 fois parmi les hommes et 80 fois parmi les femmes; nous avons déjà reconnu, les années précédentes, la plus grande fréquence du cancer chez la femme, les chiffres de cette année ne font que corroborer ce résultat. Cancers.

Je joins à mon cadre ordinaire le tableau des principales consommations de la ville de Lille pour 1860. Je n'ai pas besoin de chercher à démontrer l'importance de ce document, le travail si remarquable de notre regretté collègue Loiset sur la consommation de la viande à Lille et publié dans nos travaux en 1851 le démontre surabondamment; j'ai donc cru devoir imiter, pour cette publication, l'Annuaire du bureau des longitudes; je le dois, du reste, à M. le Directeur de l'octroi à qui j'adresse mes remerciements.

TABLEAU N° I

De la population de 1859 *et de l'augmentation qu'elle a subie par le fait de l'excédant des naissances et des décès dans le cours de l'année* 1859.

Arrondissements	Population en 1859.	Différence entre les naissances et les décès.	Population en 1860.	Rapport de l'augmentation à 1000 hab.
1er	19 375 hab.	+ 130	19 505 hab	6,71
2e	17 718 —	— 41	17 677 —	»
3e	18 888 —	+ 173	19 061 —	9,15
4e	9 224 —	+ 27	9 251 —	2,92
5e	14 246 —	+ 156	14 402 —	10,95
6e Wazemmes....	19 179 —	+ 257	19 436 —	13,40
7e Moulins-Lille ..	7 798 —	+ 171	7 969 —	21,92
8e Esquermes.....	3 796 —	+ 31	3 827 —	8,17
9e Fives	5 428 —	+ 146	5 574 —	26,89
Totaux....	115 652 hab.	+ 1050	116 702 hab	9,08

TABLEAU N° II.

Relevé général, par mois, des mariages et naissances de la ville de Lille pendant l'année 1860.

MOIS.	Mariages.	Reconnaissances.	Adoptions.	NAISSANCES — A DOMICILE — Légitimes — Masculin	Féminin.	Naturell. — Masculin	Féminin.	AUX HOSPICES — Légitimes — Masculin	Féminin.	Naturell. — Masculin	Féminin.	TOTAL des naissances. — Masculin	Féminin.	Total général.	Mariages légitimant.	Enfants légitimes.
Janvier .	66	»	»	171	145	30	28	1	»	7	8	209	181	390	11	12
Février .	87	1	»	151	146	22	25	1	2	7	7	181	180	361	19	23
Mars....	38	3	1	160	145	34	31	1	2	7	4	202	182	384	8	9
Avril ...	111	»	»	169	149	19	25	2	»	5	3	195	177	372	25	28
Mai. ...	100	2	»	190	156	28	17	1	»	6	8	225	181	406	11	11
Juin....	69	4	»	152	143	27	37	»	3	5	5	184	188	372	8	10
Juillet ..	80	»	»	138	143	19	26	1	»	8	11	166	180	346	11	16
Août....	91	1	»	155	134	26	21	»	2	4	8	190	165	350	7	7
Septemb.	92	2	»	155	148	30	18	1	4	7	3	192	173	365	11	17
Octobre .	98	1	»	163	147	18	30	2	1	6	7	189	185	374	18	23
Novembr	78	»	»	170	149	34	20	2	»	4	9	200	178	378	9	13
Décembr	85	1	»	160	155	26	29	2	2	6	8	194	194	388	12	15
Total .	995	15	1	1934	1760	303	307	13	16	72	81	2322	2164	4486	150	184
				3694		610		29		153						
				4304				182								
				4486												

TABLEAU N° III

Relevé des mariages par arrondissement et par mois et leur rapport à la population.

Arrondissem.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Total par arrondissem.	Nombre d'habitants pour un mariage.
1er	19	15	4	20	20	10	12	16	14	18	11	17	167	116
2e	7	12	5	17	15	9	10	16	6	15	15	12	139	127
3e	11	12	6	16	18	9	19	8	16	10	15	7	147	129
4e	5	8	3	5	6	9	9	11	7	8	5	4	80	115
5e	6	7	6	15	8	14	11	9	9	11	11	8	115	125
6e	13	16	7	23	19	9	14	19	20	17	11	19	187	103
7e	9	8	4	8	9	4	1	6	11	13	4	10	87	91
8e	2	2	»	1	1	1	1	2	»	1	5	6	22	173
9e	3	7	3	6	4	4	3	4	9	5	1	2	51	109
Total	66	87	38	111	100	69	80	91	92	98	78	85	995	117

TABLEAU N° IV.

Relevé général des mariages et naissances, pour les neuf arrondissements de Lille, pendant l'année 1860.

Arrondissements	Mariages.	Reconnaissances.	Adoptions.	NAISSANCES								TOTAL des naissances.		Total général.
				A DOMICILE.				A L'HOPITAL.						
				Légitimes		Naturell.		Légitimes		Naturell.				
				Masculin	Féminin.	Masculin	Féminin.	Masculin	Féminin.	Masculin	Féminin.	Masculin	Féminin.	
1er	167	4	»	253	257	58	65	1	5	13	17	325	344	669
2e	139	1	»	227	217	24	20	2	2	14	8	267	247	514
3e	147	2	»	278	261	51	54	4	3	20	30	353	348	701
4e	30	3	1	106	106	39	25	1	»	4	3	150	125	275
5e	115	3	»	179	97	27	27	»	3	9	9	215	203	418
6e Wazemmes. .	187	2	»	494	164	69	76	2	1	7	9	572	495	1067
7e Moulins-Lille.	87	»	»	200	187	18	26	1	1	3	4	222	218	440
8e Esquermes. ..	51	»	»	144	124	13	12	1	1	1	1	159	138	297
9e Fives	22	»	»	53	44	4	2	1	»	1	»	59	46	105
Total....	995	15	1	1934	1760	303	307	13	16	72	81	2322	1644	4486
				3694		610		29		153				
				4304				182						
				4486										

TABLEAU N° VII.

Mort-nés, en 1860, par sexe, état-civil, mois et arrondissements urbains.

MOIS.	MORT-NÉS						ARRONDISSEMENTS URBAINS.																	
	Lég.		Nat.		total.		1er		2e		3e		4e		5e		6e		7e		8e		9e	
	M.	F.	M.	F.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.
Janvier [1] ..	16	10	5	3	28	8	4	3	1	»	9	1	1	»	2	»	7	4	2	»	1	»	1	»
Février [2] ..	11	10	2	4	22	6	7	1	2	1	1	1	1	»	1	1	4	1	5	1	»	»	1	»
Mars.....	15	9	3	2	24	5	5	3	2	1	4	1	1	»	4	»	5	»	2	»	»	»	1	»
Avril	18	8	2	3	26	5	2	»	2	1	6	»	»	»	2	2	5	2	3	»	1	»	5	»
Mai.....	17	5	2	3	22	5	1	1	2	1	1	1	3	»	4	»	5	»	4	1	1	»	1	1
Juin [3]	14	5	1	2	20	3	5	»	3	»	1	1	»	»	2	»	2	2	3	»	1	»	3	»
Juillet.....	11	9	7	2	20	9	4	2	»	2	3	1	»	1	»	»	8	3	1	»	1	»	3	»
Août.....	15	12	1	1	27	2	6	»	3	»	6	1	4	»	1	»	5	1	»	»	»	»	2	»
Septembre..	8	9	5	1	17	6	1	1	3	1	»	2	3	1	3	»	5	»	»	1	»	»	2	»
Octobre....	18	9	6	2	27	8	7	2	»	1	6	»	»	»	6	3	3	2	5	»	»	»	6	»
Novembre..	10	12	5	7	22	12	4	»	»	»	4	3	»	2	3	1	4	5	2	1	1	»	4	»
Décembre..	9	7	3	3	16	11	3	4	3	»	3	4	»	1	1	»	4	2	»	»	»	»	2	»
4 sexe indét.	162	105	47	33	271	80	49	17	24	8	44	16	13	5	29	7	54	22	27	4	6	»	25	1
	271		80		351		66		32		60		18		36		76		31		6		26	

[1] Plus 2 sexes indét. et légit.
[2] — 1 id. id.
[3] — 1 id. id.

TABLEAU N° VI.

Naissances de 1860 *par arrondissements, leur rapport à la population et aux décès de chacun d'eux.*

Arrondissements.	Population.	Naissances.	Rapport à 1000 hab.	Une naissance p. hab.	Décès.	Nombre de naissances p. 100 décès
1er	19505	669	34,29	29,15	522	128,16
2e	17677	514	29,07	34,39	354 [1]	92,77
3e	19061	701	36,77	27,19	578	121,28
4e	9251	275	29,72	33,64	293	93,85
5e	14402	418	29,02	34,45	315	132,69
6e Wazemmes..	19436	1067	54,89	18,21	746	143,03
7e Moulins-Lille	7969	440	55,21	18,11	264 [2]	166,66
8e Esquermes...	3827	105	27,43	36,44	81	129,62
9e Fives.....	5574	297	53,28	18,76	146	203,42
La ville....	116702	4486	38,43	26,23	3495	128,20

[1] Il y a lieu de diminuer 194 décès imputables à l'Hospice-Général (asile de la vieillesse), alors on obtient pour 100 décès 142,77 naissances.

[2] Mais il faut déduire 57 décès fournis par l'hôpital militaire et uniquement afférents à la garnison; on aura alors pour 100 décès 156,52 naissances.

TABLEAU N° VII.

Mort-nés, en 1860, par sexe, état-civil, mois et arrondissements urbains.

MOIS.	MORT-NÉS						ARRONDISSEMENTS URBAINS.																	
	Lég.		Nat.		total.		1er		2e		3e		4e		5e		6e		7e		8e		9e	
	M.	F.	M.	F.	L.	N.	L.	N.	L.	N,	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N.	L.	N,	L.	N.	L.	N.
Janvier [1] ..	16	10	5	3	28	8	4	3	1	»	9	1	1	»	2	»	7	4	2	»	1	»	1	»
Février [2] ..	11	10	2	4	22	6	7	1	2	1	1	1	1	»	1	1	4	1	5	1	»	»	1	»
Mars.....	15	9	3	2	24	5	5	3	2	1	4	1	1	»	4	»	5	»	2	»	»	»	1	»
Avril	18	8	2	3	26	5	2	»	2	1	6	»	»	»	2	2	5	2	3	»	1	»	5	»
Mai.....	17	5	2	3	22	5	1	1	2	1	1	1	3	»	4	»	5	»	4	1	1	»	1	1
Juin [3]	14	5	1	2	20	3	5	»	3	»	1	1	»	»	2	»	2	2	3	»	1	»	3	»
Juillet.....	11	9	7	2	20	9	4	2	»	2	3	1	»	1	»	»	8	3	1	»	1	»	3	»
Août.....	15	12	1	1	27	2	6	»	3	»	6	1	4	»	1	»	5	1	»	»	»	»	2	»
Septembre..	8	9	5	1	17	6	1	1	3	1	»	2	3	1	3	»	5	»	»	1	»	»	2	»
Octobre....	18	9	6	2	27	8	7	2	»	1	6	»	»	»	6	3	5	2	5	»	»	»	6	»
Novembre..	10	12	5	7	22	12	4	»	»	»	4	3	»	2	3	1	4	5	2	1	1	»	4	»
Décembre..	9	7	3	3	16	11	3	4	3	»	3	4	»	1	1	»	4	2	»	»	»	»	2	»
4 sexe indét.	162	105	47	33	271	80	49	17	24	8	44	16	13	5	29	7	54	22	27	4	6	»	25	1
	271		80		351		66		32		60		18		36		76		31		6		26	

[1] Plus 2 sexes indét. et légit.
[2] — 1 id. id.
[3] — 1 id. id.

TABLEAU N° IX.

Excès des naissances sur les décès en 1860.

Arrondissements.	Population.	Naissances.	Décès.	Différence.	Augmentation par 1000 habitants
1er	19505	669	522	+ 147	7,53
2e	17677	514	554	— 40	»
3e	19061	701	578	+ 123	6,45
4e	9251	275	293	— 18	»
5e	14402	418	315	+ 103	7,15
6e	19436	1067	746	+ 321	16,51
7e	7969	440	264	+ 176	22,08
8e	3827	105	81	+ 24	6.27
9e	5574	297	146	+ 151	27,08
Ensemble.	116702	4486	3499	+ 987	8,45

TABLEAU N° X.

Mortalité proportionnelle des divers arrondissements.

Arrond.	Populat.on en 1859.	Décès en 1859.	Rapport à 1000 hab.	Populat.on en 1860.	Décès en 1860.	Rapport à 1000 hab.	Différence
1er	19375	530	27,35	19505	522	26,24	— 1,11
2e	17718	574	32,39	17677	554	31,34	— 1,05
3e	18888	553	29,27	19061	578	30,32	+ 1,05
4e	9224	272	29,48	9251	293	31,67	+ 2,19
5e	14246	305	21,40	14402	315	21,87	+ 0,37
6e	19179	761	39,67	19436	746	38,38	— 1,29
7e	7798	281	36,03	7969	264	33,12	— 2,91
8e	3796	103	27,16	3827	81	21,16	— 6,00
9e	5428	167	30,76	5574	146	26,19	— 4,57
	115652	3546	30,66	116702	3499	29,98	— 0,68

TABLEAU N° XI.

Rapport des décès aux naissances.

Arrondissements	Naissances.	Décès.	Nombre de décès p. 100 naiss.
1er	669	522	78
2e	514	554 [1] — 360 [2]	107 [1] — 70 [2]
3e	701	578	82
4e	275	293 [3] — 236 [4]	106 [3] — 85 [4]
5e	418	315	75
6e	1 067	746	69
7e	440	264	60
8e	105	81	77
9e	297	146	49
La ville entière.	4 486	3 499	77

1 En y comptant 194 décès imputables à l'Hospice-Général.
2 Déduction faite des 194 décès imputables à l'Hospice-Général.
3 En y comptant 57 décès de l'Hopital-Militaire.
4 Déduction faite des 57 décès de l'Hopital-Militaire.

TABLEAU N° XII.

Rapport des décès aux naissances par sexe et arrondissement.

Arrondissem.	Sexe masculin.			Sexe féminin.		
	naissances.	Décès.	Décès p. 100 naiss.	Naissances.	Décès.	Decès p. 100 naiss.
1er	325	232	71	344	299	84
2e	267	296	119	247	258	104
3e	353	295	83	348	283	81
4e	150	125 [1]	83	125	111	88
5e	215	131	60	203	184	90
6e	572	403	70	495	343	69
7e	222	139	62	218	125	57
8e	59	44	74	46	37	80
9e	159	75	47	138	81	58
La ville entière.	2 322	1 797	77	2 164	1 702	82

1 Déduction faite des décès de l'Hopital-Militaire.

TABLEAU N° IX.

Excès des naissances sur les décès en 1860.

Arrondissements.	Population.	Naissances.	Décès.	Différence.	Augmentation par 1000 habitants
1er	19505	669	522	+ 147	7,53
2e	17677	514	554	— 40	»
3e	19061	701	578	+ 123	6,45
4e	9251	275	293	— 18	»
5e	14402	418	315	+ 103	7,15
6e	19436	1067	746	+ 321	16,51
7e	7969	440	264	+ 176	22,08
8e	3827	105	81	+ 24	6.27
9e	5574	297	146	+ 151	27,08
Ensemble.	116702	4486	3499	+ 987	8,45

TABLEAU N° X.

Mortalité proportionnelle des divers arrondissements.

Arrond.	Populat.on en 1859.	Décès en 1859.	Rapport à 1000 hab.	Populat.on en 1860.	Décès en 1860.	Rapport à 1000 hab.	Différence
1er	19375	530	27,35	19505	522	26,24	— 1,11
2e	17718	574	32,39	17677	554	31,34	— 1,05
3e	18888	553	29,27	19061	578	30,32	+ 1,05
4e	9224	272	29,48	9251	293	31,67	+ 2,19
5e	14246	305	21,40	14402	315	21,87	+ 0,37
6e	19179	761	39,67	19436	746	38,38	— 1,29
7e	7798	281	36,03	7969	264	33,12	— 2,91
8e	3796	103	27,16	3827	81	21,16	— 6,00
9e	5428	167	30,76	5574	146	26,19	— 4,57
	115652	3546	30,66	116702	3499	29,98	— 0,68

TABLEAU N° XI.

Rapport des décès aux naissances.

Arrondissements	Naissances.	Décès.	Nombre de décès p. 100 naiss.
1er	669	522	78
2e	514	554 [1] — 360 [2]	107 [1] — 70 [2]
3e	701	578	82
4e	275	293 [3] — 236 [4]	106 [3] — 85 [4]
5e	418	315	75
6e	1 067	746	69
7e	440	264	60
8e	105	81	77
9e	297	146	49
La ville entière.	4 486	3 499	77

1 En y comptant 194 décès imputables à l'Hospice-Général.
2 Déduction faite des 194 décès imputables à l'Hospice-Général.
3 En y comptant 57 décès de l'Hopital-Militaire.
4 Déduction faite des 57 décès de l'Hopital-Militaire.

TABLEAU N° XII.

Rapport des décès aux naissances par sexe et arrondissement.

Arrondissem.	Sexe masculin.			Sexe féminin.		
	naissances.	Décès.	Décès p. 100 naiss.	Naissances.	Décès.	Decès p. 100 naiss.
1er	325	232	71	344	299	84
2e	267	296	119	247	258	104
3e	353	295	83	348	283	81
4e	150	125 [1]	83	125	111	88
5e	215	131	60	203	184	90
6e	572	403	70	495	343	69
7e	222	139	62	218	125	57
8e	59	44	74	46	37	80
9e	159	75	47	138	81	58
La ville entière.	2 322	1 797	77	2 164	1 702	82

1 Déduction faite des décès de l'Hopital-Militaire.

Rapport des décès aux naissances par âge et arrondissement.

Arrond.	AGÉS DE																			
	1 à 30 jours	1 à 6 mois	6 mois à 12	1 an à 2	2 ans à 3	3 à 4	4 à 5	5 à 10	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	1 jour à 1 an	1 an à 10 ans	de la naissance à 20 ans
1er Arrond.	30	36	49	56	25	21	11	15	14	35	38	43	49	58	32	13	»	115	128	257
Rapport.	4,48	5,38	7,32	8,37	3,73	3,13	1,64	2,24	2,09	5,23	5,68	6,42	7,32	8,66	4,78	1,94	»	17,18	19,13	38,41
2e Arrond.	22	20	33	38	32	14	8	4	20	29	27	42	37	82	101	33	6	75	96	191
Rapport.	4,27	3,89	6,42	7,39	6,22	2,72	1,55	0,77	3,89	5,64	5,25	8,17	7,19	15,95	19,64	6,42	1,16	14,59	18,67	37,15
3e Arrond.	29	65	37	83	34	16	23	18	15	34	45	45	38	44	33	13	»	131	174	310
Rapport.	4,13	9,27	5,26	11,84	4,85	2,28	3,28	2,56	2,13	4,85	6,41	6,41	5,42	6,27	4,70	1,85	»	18,68	24,82	44,22
4e Arrond.	9	17	16	26	8	17	7	9	12	65 [1]	14	13	24	29	22	6	»	42	67	121
Rapport.	3,27	6,18	5,81	9,45	2,90	6,18	2,54	3,27	4,36	23,63	5,09	4,76	8,72	10,54	8, »	2,18	»	15,27	24,36	44, »
5e Arrond.	19	23	25	42	10	16	6	7	13	27	19	25	33	25	22	3	»	67	81	161
Rapport.	4,54	5,50	5,98	10,04	2,39	3,82	1,43	1,67	3,11	6,45	4,54	5,98	7,89	5,98	5,26	0,71	»	16,02	19,37	38,51
6e Arrond.	49	103	98	98	43	38	25	25	21	44	51	40	43	30	25	10	1	250	229	500
Rapport.	4,59	9,65	9,18	9,18	4,03	3,56	2,34	2,34	1,96	4,12	4,77	3,74	4,03	2,81	2,34	0,93	0,09	23,43	21,46	46,85
7e Arrond.	22	42	35	35	12	6	3	9	8	12	25	24	6	13	15	4	1	99	65	172
Rapport.	5, »	9,54	7,95	7,95	2,72	1,36	0.68	2,04	1,81	2,72	5.68	5.45	1,36	2,95	3,40	0,90	0,22	22,50	14,77	39,09
Arrond.	4	12	8	9	2	1	2	»	5	11	2	3	6	9	7	»	»	24	14	43
Rapport.	3,80	11,42	7,61	8,57	1,90	0,95	1,90	»	4,76	10,47	1,90	2,85	5,71	8,57	6,66	»	»	22,85	13,33	40,95
9e Arrond.	9	19	22	18	7	6	4	3	3	7	12	9	8	8	10	»	1	50	38	91
Rapport.	3,03	6,39	7,40	6,06	2,35	2.02	1,34	1,01	1,01	2,35	4,04	3,03	2,69	2:69	3,36	»	0.33	16,83	12,79	30,53
La ville	193	349	320	403	172	136	89	90	111	263	234	233	244	291	268	82	9	862	890	1863
Rapport.	4,32	7,77	7,13	8,98	3,33	3,03	1,98	2, »	2,47	5,56	5.21	5,19	5,43	6,48	5,99	1,82	0,20	19,21	19,83	41,52

1 Chiffre surélevé par suite des décès de l'Hopital-Militaire.

TABLEAU N° XIV.

Indiquant le rapport des décès de la naissance à 20 ans.

Années.	Naissances masculines.	Inscrits 20 ans après.	Rapport des survivants p. 100 naiss.	Rapport des décédés p. 100 naiss.
1828	1 274	531	42,46	57,54
1829	1 154	473	40,98	59,02
1830	1 149	480	42,64	57,36
1831	1 222	480	39,27	60,73
1832	1 089	468	42,97	57,03
1833	1 254	589	45,96	53,04
1834	1 224	600	49,01	50 99
1835	1 242	568	46,46	53,54
1836	1 212	586	48,26	51,64
1837	1 252	516	41,21	58,79
Ens...	12 072	5 889	43,81	56.19

TABLEAU N° XV.

Des décès dans les hôpitaux et hospices.

Arrondissem.	Hôpital Saint-Sauveur.	Rapport aux habitants	Petites-Sœurs.	Hospice général.	Hospice Gantois.	Hospice Vieux-Hommes.	Asile de Femmes en démence.	Bon-Pasteur.	Hôpital-Militaire.	Saint-Roch.	Décès hors du domicile	Décès à domicile.	Total.
1er	76	1 sur 256	30	»	»	»	37	»	»	»	143	379	522
2e	39	1 — 453	»	194	»	16	»	»	»	»	249	305	554
3e	102	1 — 186	»	»	14	»	—	»	»	»	116	462	578
4e	26	1 — 355	»	»	»	»	»	»	57	»	83	210	293
5e	38	1 — 378	»	»	»	»	»	13	»	»	51	264	315
6e	34	1 — 281	»	»	»	»	»	»	»	35	69	677	746
7e	22	1 — 362	»	»	»	»	»	»	»	»	22	242	264
8e	9	1 — 425	»	»	»	»	»	»	»	»	9	72	81
9e	14	1 — 398	»	»	»	»	»	»	»	»	14	132	146
Ens.	360	1 — 295	30	194	14	16	37	13	57	35	756	2743	3499

TABLEAU N° XVI.

Des décès attribués à la phthysie, en 1860.

Circonscriptions.	Décès phthysiques.	Rapport à la population.	Rapport p. 1000 hab.
1er Arrond.	67	1 sur 291 habitants	3,43
2e —	55	1 — 321 —	3,11
3e —	84	1 — 226 —	4,40
4e —	34	1 — 272 —	3,67
5e —	58	1 — 247 —	4,02
6e —	95	1 — 204 —	4,88
7e —	37	1 — 215 —	4,64
8e —	14	1 — 273 —	3,65
9e —	21	1 — 265 —	3,76
Ensemble..	465	1 — 247 —	3,98
L'ancienne ville..	298	1 — 268 —	3,72
Les communes annexées	267	1 — 137 —	7,25

Plus 18 militaires qui ne doivent pas figurer ici ; la garnison pouvant être évaluée à 5000 hommes ; le rapport est de 3,60 pour mille.

STATISTIQUE.

Consommation de la ville de Lille en 1860.

	OBJETS DE CONSOMMATION.	UNITÉ de mesure.	QUANTITÉS.	
BOISSONS ET LIQUIDES.	Vins en cercles et en bouteilles	hectolitre	18 247	44
	Alcool pur contenu dans les eaux-de-vie et esprits en cercles, eaux-de-vie et esprits en bouteilles, liqueurs et fruits à l'eau-de vie	id.	5 659	19
	Hydromel, cidre et poiré	id.	219	51
	Bières à l'entrée	id	16 366	81
	Id. fabriquées à l'intérieur	id.	174 960	90
	Vinaigres de vin, de bière, de grain, de mélasse, de sirop ou de toute autre substance, fabriqués dans l'intérieur ou venant de l'extérieur	id.	2 382	29
	Vinaigres employés dans l'industrie	id.	107	12
	Acide pyroligneux, acide acétique extrait de vinaigre	id.	469	91
	Acide employé dans l'industrie	id.	200	44
COMESTIBLES.	Bœufs et taureaux	kilogr.	1 255 179	»
	Vaches et génisses	id.	2 788 830	»
	Veaux	id.	1 173 113	»
	Moutons	id.	1 388 111	»
	Porcs	id.	1 149 517	»
	Boucs, chèvres et chevreaux	id.	4 957	»
	Porcs de lait	la pièce.	32	»
	Viande à la main. Bœuf, taureau, vache, veau, mouton et porc	kilogr.	974 404	8
	Viande fumée ou apprêtée	id.	42 933	730
	Viande de porc salée	id.	151	9
	Harengs saurs	id.	75 716	7
	Harengs blancs salés	id.	19 888	5
	Saumon salé	id.	3 115	5
	Sardines, anchois et thons	id.	7 512	175
	Poissons salés et frais ne passant pas par le minck, autres que la morue, le merluche et le stockfich, qui sont exempts de tous droits, et y compris les écrevisses et les crabes	id.	13 150	3

Suite de la consommation de la ville de Lille.

OBJETS DE CONSOMMATION.	UNITÉ de mesure.	QUANTITÉS.	
Saumons, truites, esturgeons, thons, elbuts, turbots, homards et langoustes	kilogr.	4 376	1
Toute autre espèce de poisson frais de mer ou d'eau douce, excepté les moules, les huîtres et les grenades	francs.	317 319	50
Huîtres blanches et vertes	la pièce.	1 774 516	»
Moules	hectolit.	1 407	10
Grenades	id.	489	52
Outardes, oies, dindes, dindonneaux, dindons, faisans, coqs de bruyère, pintades et cygnes	la pièce.	2 119	»
Chapons, poulardes, poulets, canards, coqs, poules d'eau, perdrix, perdreaux, bécasses, bécassines, sarcelles, plongeons, siriaux et pluviers	id,	163 728	»
Pigeons, râles, grives, cailles, ortolans	id.	87 743	»
Alouettes et mauviettes	id.	3 480	»
Jacquets	id,	498	»
Sangliers, cerfs, biches, daims et chevreuils	id.	36	»
Les mêmes dépécés	kilogr.	205	5
Lièvres et lapins de garenne	la pièce.	8 901	»
Lapins	id.	32 499	»
Pâtés de toute espèce, volailles et gibiers en bourriches (poids brut)	kilogr.	1 919	1
Truffes	id.	868	425
Dindes et poulardes truffées	la pièce	13	»
Volailles et gibiers truffés	kilogr.	9	5
Foins, sainfoins, trèfles, luzernes, hivernages, vesces, fèverolles en pailles et autres fourrages	kilogr.	441 609	54
Pailles	id.	820 657	90
Fèves en grains, moulues ou concassées	hectolitre	2 314	84
Avoines en grains, moulues ou concassées	id.	50 971	05
Avoine en paille	kilogr.	61 306	80
Bois d'orme, de chêne, de frêne, de charme et hêtre	stère.	4 863	93
Bois blancs et racines	id.	11 954	»
Fagots de 1re et de 2me grandeur	le cent.	165 618	»
Fagots de 3me grandeur	id.	206 555	»
Fagots de 4me grandeur	id.	74 733	»

Suite de la consommation de la ville de Lille.

	OBJETS DE CONSOMMATION.	UNITÉ de mesure.	QUANTITÉS.	
COMBUSTIB.	Petits fagots dits badoulets	le cent.	766835	»
	Charbon de bois	hectolitre.	35869	84
	Charbon fossile	kilogr.	1 290824	88
	Coke	id.	28192	10
MATÉRIAUX.	Chaux ordinaire venant du dehors	hectolitre.	25705	»
	Chaux fabriquée à l'intérieur	id.	9712	60
	Chaux dite cendrée et ciment de toute espèce	id.	93101	36
	Plâtre	kilogr	65691	01
	Moellons bruts et piqués	mèt. cube	151	49
	Pierres de taille brutes	id.	974	42
	Pierres de taille taillées	id.	654	44
	Grès bruts et autres que les grès à paver	id.	1706	58
	Grès piqués	id.	108	96
	Granits et marbres divers bruts	id.	53	20
	Granits et marbres divers ouvrés	id.	87	72
	Sables de carrière, de rivière et gravier	id.	37594	65
	Bitume, goudron minéral, asphalte en fûts ou en pains	kilogr.	894	38
	Tuiles, ardoises, pannes, faîtières et autres objets en terre cuite servant à la couverture des maisons et bâtiments	la pièce.	1 972368	»
	Carreaux de fayence, de terre cuite, briquettes, etc	id.	631243	»
	Briques à bâtir provenant du dehors	id.	16770138	»
	Les mêmes fabriquées en ville	id.	14650197	»
	Briques réfractaires	id.	196	75
	Tous les objets en même matière que les briques réfractaires	kilogr.	416	60
	Bois de charpente en grume, de construction, de menuiserie, d'ébénisterie; noyer, cerisier, acajou, bois-blanc, et en général tous les bois	stère.	20185	29
	Bois ouvrés (les meubles exceptés)	id.	1697	11
	Lattes	botte cent	16103	79
OBJETS DIV.	Glaces non étamées	quint. m.	49	43.3
	Verre à vitre	id.	2271	04.1
	Bouteilles vides	cent.	607558	»
	Demi-bouteilles vides	id.	22836	»

BULLETIN

DES

SÉANCES.

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE & DES ARTS

DE LILLE.

BULLETIN DES SÉANCES.

Séance du 3 janvier 1862.

Le bureau pour l'année 1862 est installé.

Sont nommés membres du jury chargé d'examiner les artistes peintres aspirant à devenir pensionnaires à Rome du legs Wicar :

MM. Colas, directeur de l'école de peinture de Lille ;
Breton, peintre à Paris, chevalier de la Légion-d'Honneur;
Rondeau, professeur de plastique aux écoles académiques de Lille ;
Benvignat, professeur aux écoles académiques de Lille ;
Dr Alf. Houzé de l'Aulnoit, professeur aux écoles académiques de Lille.

M. Corenwinder communique à la Société une méthode qu'il a imaginée pour doser avec précision les traces d'oxyde de carbone contenues dans une atmosphère limitée ; elle consiste à brûler l'oxyde de carbone que renferme l'air à analyser, en le faisant passer sur de l'oxyde de cuivre ou de la mousse de platine

chauffée au rouge, puis à doser l'acide carbonique produit à l'état de carbonate de baryte; il est bien entendu que l'acide carbonique qui pouvait préexister dans le mélange gazeux est absorbé d'abord au moyen de tubes à potasse caustique; une éprouvette contenant de l'eau de baryte est placée sur le passage du gaz, entre les tubes à potasse et le tube en porcelaine qui renferme la mousse de platine ou l'oxyde de cuivre; elle est destinée à servir de témoin et à montrer que l'absorption de l'acide carbonique par les tubes à potasse est complète. M. Corenwinder a imaginé cet appareil dans le but de faire sur des plantes vivant dans les conditions normales, les expériences que M. Boussingault a faites dernièrement sur des rameaux entièrement immergés dans l'eau; l'illustre académicien a trouvé que, placés dans ces conditions, les végétaux expirent non seulement de l'oxygène, sous l'influence des rayons solaires, mais encore de l'oxyde de carbone. M. Corenwinder se propose de rechercher si le même fait a lieu dans la végétation normale, c'est-à-dire lorsque les plantes vivent au sein de l'atmosphère. Il fera connaître ultérieurement les résultats de ses expériences.

M. Aimé Houzé de l'Aulnoit analyse le compte-rendu des travaux du congrès scientifique qui s'est tenu à Cherbourg en 1860.

Séance du 17 janvier.

La Société procède au renouvellement de ses Commissions permanentes.

Voici la liste de leurs membres pour l'année 1862 :

Commission du legs Wicar.

MM. Benvignat, président;
Chon,
Bachy,
Colas,
Aimé Houzé de l'Aulnoit.

Cette Commission prendra à l'avenir le titre de *Commission du legs Wicar* et sera chargée d'examiner toutes les questions relatives non seulement au Musée Wicar, mais encore aux concours pour les places de pensionnaires à Rome du legs Wicar.

Commission du Musée industriel.

MM. H. Violette, président;
Girardin,
Bachy,
Ch. Viollette.

Commission du Musée archéologique.

MM. Van Hende, président;
Chon,
Benvignat,
De Coussemaker,
De Melun.

Commission d'agriculture.

MM. Corenwinder, président;
Kuhlmann,
H. Violette,
Girardin,
Bachy.

Commission de l'École des Chauffeurs.

MM. Guiraudet, président;
Lamy,
Mathias,
Cox,
Fiévet,
Bos.

M. Chrestien est nommé membre de la Commission du Muséum d'histoire naturelle, en remplacement de M. Bailly.

M. de Coussemaker est adjoint à la Commission chargée de la publication des documents inédits extraits des archives départementales du Nord.

M. Girardin lit une note intitulée : *Influence délétère du gaz de l'éclairage sur les arbres des promenades publiques* (V. les Mémoires de 1862).

Séance extraordinaire du 24 janvier.

Dans cette séance, la Société entend la lecture des procès-verbaux des opérations du jury pour le concours Wicar, et le rapport sur les résultats de ce concours ; puis elle arrête ainsi qu'il suit la liste des candidats parmi lesquels le Conseil municipal choisira le pensionnaire qui doit être envoyé à Rome :

En première ligne, M. Ch. Durant ;
En deuxième ligne, M. Salomé.

M. Deplanck rend compte des *Mémoires de la Société d'Agriculture de la Sarthe.*

Séance du 7 février.

M. Deplanck lit deux pièces de poésie :

1° Une anecdocte intitulée *l'Epreuve* (V. les Mémoires de 1861) ;

2° Une fable intitulée *l'Ours et l'Agneau* (V. les Mémoires de 1862).

M. Van Hende rend compte du 32e volume des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique* et analyse avec détails, un *Mémoire sur Robert de Jérusalem, comte de Flandre, à la première*

croisade, par M. de Smet, et des *Recherches sur les monnaies des comtes de Namur*, par M. Rénier-Chalon, M. C.

Séance du 21 février.

Sur le rapport d'une Commission composée de MM. Benvignat, Colas, Aimé Houzé de l'Aulnoit, rapporteur, M. Victor Mottez, peintre à Paris, est nommé Membre correspondant.

M. Girardin lit un Mémoire intitulé : *Rapport sur la composition et l'usage industriel des eaux de la Lys, du canal de Roubaix, des puits du sable vert, de la marne et du calcaire bleu* (V. les Mémoires de 1862).

Séance du 7 mars.

M. Aimé Houzé de l'Aulnoit, au nom de la Commission du legs Wicar, lit un rapport sur certaines questions relatives à l'administration et à la conservation du Musée Wicar.

La Société adopte les conclusions de ce rapport et décide qu'il sera transmis à M. le Maire de la ville de Lille.

Sur le rapport d'une Commission composée de MM. Girardin, Corenwinder, Dareste, rapporteur, M. Jouvin, pharmacien en chef de la marine, à Rochefort, est proclamé Membre correspondant.

Séance du 21 mars.

Sur le rapport d'une Commission composée de MM. Le Glay, de Coussemaker, Paeile, rapporteur, M. Diegerick, bibliothécaire-archiviste de la ville d'Ypres, est proclamé Membre correspondant.

Sur le rapport d'une Commission composée de MM. Delerue, Deplanck et Hinstin, rapporteur, M. J.-B. Deletombe, instituteur à Orchies, poète, lauréat de la Société, est proclamé Membre correspondant.

M. Hinstin lit un fragment d'histoire littéraire intitulé *Horace à Athènes* (V. les Mémoires de 1862).

Séance du 6 avril.

M. Dareste présente à la Société : 1° une *Note supplémentaire à son Mémoire sur les Monstruosités doubles chez les oiseaux* (V. les Mémoires de 1861) ; 2° un *Mémoire sur la production artificielle des monstres dans l'espèce de la poule* (V. les Mémoires de 1862).

M. Dareste analyse les publications de la *Société impériale de zoologie et de botanique de Vienne* (Autriche), et propose à la Société l'échange de ses Mémoires contre ceux de cette Société. — La proposition est adoptée.

Sur le rapport de M. Girardin, la Société vote aussi l'échange de ses Mémoires contre ceux de la *Société industrielle d'Elbœuf*.

M. de Melun rend compte d'une première partie de l'*Histoire des Etats d'Artois*, par M. Filon.

M. Girardin analyse une brochure de M. Tissier, sur *l'industrie de l'aluminium*.

M. Eschenauer rend compte des *Mémoires de la Société de Castres*.

M. Déplanck entretient la Société de l'*Annuaire de la Société philotechnique*.

M. Meunier analyse une brochure de M. du Mesnil-Marigny, intitulée *Les Libres-Echangistes et les Protectionnistes conciliés*.

Séance du 2 mai.

M. Lamy lit une note dont voici l'analyse :

En examinant, par les nouveaux procédés d'analyse spectrale de MM. Kirchkoff et Bunsen, un échantillon de sélénium

préparé par M. Kuhlmann fils, M. Lamy a aperçu une raie lumineuse verte que ne lui avait présentée aucun corps connu, et tellement caractéristique par son éclat comme par sa position, qu'elle annonçait sans aucun doute la présence d'un nouveau corps simple. M. Lamy ignorait alors que la même raie verte avait été aperçue dans le courant de l'année dernière par M. W. Crookes, en Angleterre, et que ce savant avait donné le nom de *thallium* au nouveau corps; il avait été reconnu par M. W. Crookes dans un dépôt sélénifère provenant de la fabrique d'acide sulfurique de Tikelrode dans les montagnes du Harz. La substance d'où M. Lamy a extrait un chlorure et un sulfure de thallium, provient de la fabrique d'acide sulfurique de M. Kuhlmann, à Loos, où l'acide est produit par la combustion des pyrites belges. L'analyse spectrale lui a fait connaître en outre la présence du nouveau corps dans les pyrites de Philippeville, de Namur, de Thieux, en Belgique, de Nantes, en France, et de la Bolivie, dans l'Amérique du Sud.

Séance extraordinaire du 9 mai.

M. Corenwinder communique à la Société la suite de ses *Etudes sur la migration du phosphore dans les végétaux, et sur la présence de cet élément dans la mer et dans les cours d'eau* (V. les Mémoires de 1862).

Séance du 16 mai.

M. Lamy annonce à la Société qu'il est parvenu à isoler le thallium, en décomposant par la pile électrique l'oxyde jaune cristallisé dont il lui avait parlé à la séance du 2 mai. Il résulte des notes publiées dans le *Chemical-News*, en mars et en mai 1861, que la minime quantité de poudre noire obtenue par M. W. Crookes, et considérée par ce savant comme le thallium, n'est autre chose qu'un composé de ce corps et de soufre.

Le thallium, isolé par M. Lamy, offre les caractères d'un métal, et par ses propriétés physiques se rapproche beaucoup du plomb. Il est blanc jaunâtre, doué d'un vif éclat métallique dans une coupure fraîche ; très-mou et très-malléable, il se coupe facilement au couteau, est rayé par l'ongle et laisse sur le papier des traces à reflets jaunes. Le thallium est un peu plus lourd que le plomb ; sa densité est représentée par 12 : il fond à une température peu éloignée de la température de fusion du plomb, et est volatil au-dessus du rouge.

Le thallium se ternit lentement à l'air en se recouvrant d'une pellicule d'oxyde extrêmement mince qui préserve d'altération le reste du métal. Il est attaqué et dissous par divers acides, particulièrement par l'acide azotique, et donne naissance à des composés oxygénés généralement peu solubles dans l'eau, et dont l'un cristallise facilement en belles paillettes d'un jaune d'or.

M. Lamy fait passer sous les yeux des membres de la Société un échantillon de 1 gr. 5 environ de thallium, et un autre de quelques grammes de l'oxyde jaune cristallisé et pur.

Pour montrer la propriété caractéristique du thallium et de ses composés volatils, au point de vue lumineux, M. Lamy introduit à l'aide d'un fil de platine quelques minimes parcelles de ces substances dans la flamme peu éclairante d'une petite lampe à gaz de Bunsen, et communique à cette flamme une coloration verte des plus riches et des plus intenses.

M. Delerue rend compte de l'ouvrage de M. Duthillœul, intitulé *Douai ancien et nouveau*, et d'un volume des *Mémoires de la Société académique du Puy*.

M. Bos rend compte du XXXe volume des *Mémoires des savants étrangers de l'Académie royale de Belgique*, et spécialement d'un *Mémoire de M. Bède sur la capillarité*.

M. Moulas analyse un ouvrage espagnol intitulé *Part contributive de la Colombie aux sciences et arts*.

Séance du 6 juin.

M. David présente à la Société un Mémoire intitulé : *Résolution de quelques cas particuliers des équations différentielles linéaires* (V. les Mémoires de 1862).

M. Minstin lit au nom de M. J. B. Deletombe, M. C., une pièce de vers intitulée : *La première communion.*

M. Girardin rend compte d'un livre de M. Robinet sur la question des eaux de Paris, et entre à ce sujet dans quelques détails sur les quantités d'eau livrées à la consommation dans un certain nombre de villes, et sur les qualités de ces eaux.

Sur le rapport d'une Commission, composée de MM. Alf. Houzé de l'Aulnoit, Garreau et Dareste, rapporteur, M. A. de Norguet, propriétaire à Lille, naturaliste, est proclamé Membre résidant.

Séance du 20 juin.

Sur le rapport d'une Commission composée de MM. Alfred Houzé de l'Aulnoit, Garreau et Dareste, rapporteur, M. L. Lethierry, propriétaire à Lille, naturaliste, est proclamé Membre résidant.

M. Van Hende rend compte de la *Numismatique béthunoise*, de M. Dancoisne, M. C.

M. Lamy, résumant ses communications antérieures sur le thallium, et y ajoutant les résultats nouveaux auxquels il est arrivé, lit à la Société la note suivante :

« En examinant, il y a trois mois, avec l'appareil de MM. Kirchkoff et Bunsen pour l'analyse spectrale, un échantillon de sélénium préparé par mon beau-frère, M. Fréd. Kuhlmann, avec les boues des chambres où l'on fabrique l'acide sulfurique par la combustion des pyrites, j'aperçus une raie verte nettement tran-

chée, qui ne m'était apparue dans aucun des nombreux corps simples ou composés des minéraux que j'avais étudiés. J'ignorais alors qu'un chimiste anglais, M. *W. Crookes*, avait non seulement découvert la même raie, mais avait donné le nom de *thallium* à l'élément nouveau. Avec une grande sagacité, M. *Crookes* avait signalé quelques propriétés de cet élément, qu'il regardait comme un métalloïde appartenant probablement au groupe du soufre, mais il n'avait pu l'isoler ni reconnaître sa véritable nature. De notre côté, nous avons essayé d'isoler le nouvel élément en allant le chercher dans les boues des chambres de plomb d'où avait été extrait le sélénium qui nous avait donné, au spectroscope, la *raie verte caractéristique*. C'est cette raie qui nous a naturellement servi de guide dans nos recherches et qui nous a permis d'arriver à la préparation de composés cristallins parfaitement définis, d'où nous avons eu la satisfaction de retirer le *thallium*, la première fois avec le secours de la pile électrique.

» *Propriétés du thallium.* — Le thallium présente tous les caractères d'un véritable métal et, pour la plupart de ses propriétés physiques, se rapproche beaucoup du plomb. Un peu moins blanc que l'argent, il est doué d'un vif éclat métallique dans une coupure fraîche : il est très-mou, très-malléable, peut être rayé par l'ongle et coupé facilement au couteau. Il tache le papier en laissant une trace à reflets jaunes. Sa densité (11,9) est un peu supérieure à celle du plomb. Il fond à 290° et se volatilise au rouge. Enfin, il a une grande tendance à cristalliser, car les lingots obtenus par fusion font entendre, quand on les plie, le cri de l'étain. Mais la propriété physique par excellence du thallium, celle qui a amené sa découverte, c'est la faculté qu'il possède de donner à la flamme pâle du gaz une coloration verte d'une grande richesse, et, dans le spectre de cette flamme, une raie verte unique, aussi isolée, aussi nettement tranchée que la raie jaune du sodium ou la raie rouge du lithium. La plus légère parcelle du thallium ou de l'un de ses sels fait apparaître

la ligne verte tellement éclatante, qu'elle semble blanche. Un *cinquante millionième de gramme* peut encore, d'après mes évaluations, être perçu dans un composé. Le thallium se ternit rapidement à l'air en se recouvrant d'une pellicule mince d'oxyde qui préserve d'altération le reste du métal. Cet oxyde est solide, manifestement alcalin et a une odeur et une saveur analogues à celle de la potasse. Par ce caractère, comme par ses caractères optiques, le thallium se rapproche des métaux alcalins. Récemment préparé, le thallium conserve son éclat métallique dans l'eau; il ne décompose pas ce liquide à la température de l'ébullition : mais il en sépare les éléments avec le secours d'un acide, en dégageant de l'hydrogène. Les acides sulfurique et azotique sont ceux qui attaquent le plus aisément le thallium. L'acide chlorhydrique, même bouillant, ne le dissout que très difficilement. Dans ces circonstances, il se forme des sels blancs, sulfate et nitrate, cristallisables, et un chlorure blanc peu soluble, mais susceptible, lui aussi, de cristalliser. Le chlorure formé par l'action directe du chlore ou de l'eau régale, se dépose de ses dissolutions aqueuses sous forme de magnifiques lamelles cristallines jaunes qui paraissent appartenir au système rhomboédrique. Le zinc précipite le thallium de ses dissolutions de sulfate et de nitrate en lamelles brillantes. L'acide sulfhydrique est sans action sur les mêmes dissolutions, neutres ou acides; mais si elles sont alcalines, il produit un volumineux précipité noir qui se rassemble aisément au fond des vases et est insoluble dans un excès du précipitant. Enfin, la potasse, la soude et l'ammoniaque ne déplacent pas le thallium de ses combinaisons de sulfate et de nitrate.

» *Etat naturel et extraction.* — Le thallium ne peut pas être considéré comme très-rare dans la nature. Il en existe, en effet, dans plusieurs espèces de pyrites belges, dont on exploite aujourd'hui des masses considérables pour la fabrication de l'acide sulfurique. Dans les usines de M. Kuhlmann seulement, on en

brûle 20,000 kilog. par jour. Le thallium qu'elles contiennent est en partie brûlé avec le soufre, entraîné dans les produits de la combustion, et va se déposer, s'accumuler dans la première chambre de plomb. C'est des dépôts de cette première chambre que j'ai pu extraire le thallium au moyen de l'eau régale et par un procédé que je fais connaître dans mon mémoire. »

Séance du 4 juillet.

Une Commission est chargée d'examiner les travaux qui seront envoyés pour le concours des sciences appliquées. Sont nommés membres de cette Commission : MM. Girardin, *Président*, Mathias, H. Violette, Guiraudet, Lamy.

M. H. Violette décrit deux grands appareils de distillation, qu'il a imaginés pour le traitement des matières résineuses brutes, et dans lesquels l'action directe du feu est remplacée par celle de la vapeur, avec de grands avantages tant au point de vue économique, qu'au point de vue de la sécurité (Voir les Mémoires pour 1862).

M. de Melun termine l'analyse de l'*Histoire des Etats d'Artois* par M. Filon, Inspecteur de l'Académie de Paris, auparavant doyen de la Faculté des Lettres de Douai. Voici le résumé général du compte-rendu de cet ouvrage qui a été publié *in extenso* dans la revue des sociétés savantes :

« L'auteur a divisé l'histoire de ces assemblées en trois périodes.

» La première, qui remonte à leurs origines gauloises et germaniques, s'étend jusqu'à l'époque de la domination espagnole, en 1504.

» Sous les rois de France et les comtes de Flandre, on ne les réunissait que dans des circonstances graves, lorsqu'il s'agissait de grandes guerres et particulièremect de la question, alors très-controversée, des successions.

» En 1180, l'Artois, confondu jusque là avec la Flandre sous un même souverain, s'en sépare par suite de sa cession au fils de Louis VII, marié avec la nièce du comte de Flandre. Les États, qui n'avaient pas été consultés, réclament contre cette division. On les apaise par la confirmation de leurs priviléges et les États d'Artois témoignent de leur bon vouloir envers leurs nouveaux princes en contribuant généreusement à la rançon du roi Jean.

» Sous les ducs de Bourgogne, leur influence grandit encore; ils défendent leur province contre les exigences de princes guerriers et prodigues; ils refusent à Charles-le-Téméraire la fixation de certains impôts pour dix ans et conservent le droit de les voter chaque année.

» Louis XI, qui n'aimait pas l'opposition et n'affranchissait les peuples qu'au profit de sa puissance, se montra peu favorable aux États, qui retrouvèrent leurs priviléges sous les lois de la monarchie autrichienne, vers la fin du XVe siècle.

» La deuxième période commence au règne de Charles-Quint, qui fit passer l'Artois sous la domination espagnole, et finit à la conquête par Louis XIV en 1640.

» Dans cette période on connaît mieux les attributions des assemblées; c'est du milieu du XVIe siècle que datent les recueils des actes et résolutions des États.

» L'auteur expose avec une grande clarté la formation des trois ordres, les fonctions des députés chargés d'administrer la province pendant l'absence des États et celles des deputés qui les représentaient auprès du souverain et de ses conseils. Il fait connaître les attributions des Commissaires du prince, et montre par l'exemple de Charles-Quint et des règnes précédents comment la plupart des libertés ont été accordées au peuple. A ces époques, comme dans les temps plus modernes, on peut juger par les libéralités des souverains, des besoins plus ou moins grands qu'ils eurent de l'argent de leurs sujets;

et l'on peut dire que les concessions les plus généreuses ont été généralement des lettres de change tirées sur la bourse des contribuables.

» Ces conquêtes ont toujours été un gain pour l'avenir et la liberté n'a jamais été achetée trop cher.

» Bientôt les États d'Artois firent un fréquent appel à ces libertés qui, dans les temps de trouble, ne furent pas plus respectées que la fortune et la vie des simples citoyens. Ils protestèrent avec énergie, sous Philippe II, contre le Conseil appelé alors Conseil du sang, établi par le duc d'Albe, et obtinrent l'abolition d'impôts odieux.

» Leur résistance politique au prince d'Orange leur attira la colère du peuple égaré, et ils furent obligés de quitter Arras, siége ordinaire de l'assemblée, pour se soustraire aux mauvais traitements; mais avant peu on leur rendit justice; ils furent rappelés; et après avoir lutté courageusement contre la rébellion et le despotisme, ils furent félicités à la fois par le peuple et par le souverain.

» L'Artois, sous Albert et Isabelle, respira après tant de guerres et de troubles et fut rendu à l'Espagne en 1622. Les États secondèrent cette puissance dans ses guerres contre la France, jusqu'au moment où la prise d'Arras par Louis XIV divisa en deux parties l'assemblée : l'une, restée sous la domination de l'Espagne, se réunit à St-Omer; l'autre, devenue française, siégea à Arras jusqu'à la réunion complète de l'Artois à la France.

» Après cet exposé rapide des faits, que M. Filon a développés dans son ouvrage avec autant de talent que d'exactitude, M. de Melun donne une idée sommaire des mesures qui, à diverses époques, ont attesté la sagesse et le dévouement des États aux véritables intérêts de la province. Il regrette de ne pouvoir suivre l'auteur dans tous les détails où il est entré sur les encouragements donnés à l'industrie, montrant ainsi comment nos pères savaient associer la liberté nécessaire au commerce avec la protection dont le commerce a toujours eu besoin.

» La troisième période comprend l'histoire des États pendant la domination française jusqu'en 1789.

» Les États divisés en 1640 se réunissent à Arras en 1661, après la paix de Nimègue.

» Louis XIV, qui savait que si l'on conquiert les peuples par la la force des armes, on ne les attache aux vainqueurs que par les bienfaits d'une sage administration, se montra d'abord très-favorable à ses nouveaux sujets et confirma tous les droits et priviléges de leurs représentants.

» A cette époque tous les intérêts de la province étaient confiés à l'assemblée des États. Les routes, canaux, rivières, la justice, la mendicité, la levée des impôts, les emprunts, l'instruction publique, le commerce étaient de leur ressort. Leurs revenus ordinaires provenaient des droits sur la vente des bestiaux et des octrois sur la bière, les vins et eaux-de-vie, qui, en 1698, s'élevaient à 400,000 livres. Les centièmes additionnels, qui se multipliaient suivant les besoins du gouvernement central, fournissaient l'abonnement, le don gratuit et les contributions de guerre.

» Pendant les premières années le grand roi use de condescendance et consent à la réduction de ses demandes ; lorsqu'il se croit plus fort, il tient moins compte de la résistance des États, qui sont obligés de subir la loi commune ; mais, lorsque le malheur et les besoins apprirent à Louis XIV, comme jadis à Charles-Quint et aux ducs de Bourgogne, à être libéral, il profita aussi de la leçon, satisfit aux réclamations de ses sujets et reconnut les dettes anciennes pour avoir le droit d'en contracter de nouvelles. En 1710, au moment où une partie de l'Artois allait lui échapper, il reconnut devoir plus d'un million à la province, dont les impôts annuels atteignaient à peine cette somme. Mais, malgré ces concessions *in extremis*, le règne de Louis XIV, qui, après Richelieu, fondait l'unité française, avait porté un coup mortel aux assemblées locales ; et depuis, jusqu'à leur suppression, en 1789, ce ne fut qu'une lutte continuelle entre les traditions anciennes et l'es-

prit de centralisation qui faisait chaque jour de nouveaux progrès.

» Parmi ces luttes que l'auteur signale, M. DE MELUN rapporte les prétentions du gouvernement à présenter des *candidats officiels* pour le choix des députés à la cour, de ces députés qui parlaient au roi à genoux mais lui adressaient souvent des discours, que jamais, de notre temps, les représentants de l'assemblée la plus indépendante n'auraient osé faire entendre à un souverain constitutionnel. Le cardinal Fleury recula devant la résistance opiniâtre des États.

» Avant d'aborder la crise qui fit disparaître les assemblées avec le nom de leurs provinces, M. Filon complète son beau travail par le tableau des services que les États d'Artois ont rendus sous la monarchie française. C'est une éloquente oraison funèbre : il cite leurs grands travaux d'utilité publique, leur sollicitude dans les disettes et les épidémies, les primes accordées à l'agriculture et au commerce, qui s'élèvent jusqu'à 200,000 livres en faveur de ceux qui découvriraient et exploiteraient des houillères, les encouragements donnés aux sciences et aux arts, la fondation d'un collége à Arras, le local ouvert aux Sociétés littéraires et les prix fondés en faveur des études historiques. Il montre l'ordre introduit dans la perception des impôts, alors très-compliqués, et remarque que le dernier acte de l'Assemblée fut le vote de 400,000 francs, applicables à soulager la détresse des habitants des campagnes ruinés par la grêle.

» Mais l'heure fatale était sonnée ; en vain quelques membres voulurent-ils réclamer le droit de désigner eux-mêmes les députés aux États-Généraux, la majorité cédant à l'esprit général, demande avec la nation l'élection à deux degrés : et bientôt, il ne reste plus dans les nouvelles assemblées françaises que deux représentants de leur ancienne province, trop célèbres sans doute, Joseph Lebon, élevé par le soin des États au collége d'Arras, et Robespierre, l'un des membres les plus actifs de l'ancien Conseil.

» M. DE MELUN regrette de n'avoir à citer, après tant d'hommes qui ont rendu à leur pays des services utiles, mais obscurs, que deux célébrités sanglantes; mais, si le nom des hommes a disparu, les actes restent; et, tout en reconnaissant que de pareilles institutions sont aujourd'hui impossibles et créeraient au gouvernement de la France nouvelle des difficultés insurmontables, il pense que pour être juste, il faut proclamer avec M. Filon, que les États provinciaux ont été l'expression d'une nécessité sociale qui longtemps a répondu aux vœux et aux besoins publics. Ils ont d'abord servi de lien entre les diverses parties d'une province alors sans administration. Plus tard, l'Artois devenu espagnol, éloigné du souverain, a été trop heureux, au lieu d'être soumis à des fonctionnaires qui auraient ignoré ses mœurs et ses besoins, d'être, grâce à un subside plus ou moins élevé, gouverné par ses propres citoyens. Et s'il a dû perdre ses libertés locales dans sa lutte contre l'unité française, il ne faut pas les regretter, mais rendre justice au bien qu'elles ont produit et dont la génération présente a profité. »

M. le PRÉSIDENT annonce à la Société qu'elle vient de perdre un de ses plus anciens membres, M. DESMAZIÈRES, devenu membre honoraire; il dépose sur le bureau le discours qu'il a prononcé, le 26 juin, aux funérailles de notre regretté confrère :

« L'homme dont nous accompagnons la dépouille mortelle dans ce suprême et dernier asile, fut un naturaliste des plus estimés dans le monde savant, et l'un des membres les plus éminents de la Société Impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille.

» Jean-Baptiste-Henri-Joseph Desmazières a contribué, en effet, pour une large part, à la haute réputation scientifique dont jouissent les publications de la Société. Dès 1812, son goût et sa finesse d'observation critique se révélaient dans une *analyse et description raisonnée de toutes les graminées qui croissent naturellement ou sont généralement cultivées dans les dépar-*

tements du nord de la France. Nommé Membre de la Société des Sciences de Lille, en 1817, il publiait, dans ses mémoires, l'année suivante, ses premières découvertes sur des genres nouveaux de champignons, préludant ainsi aux recherches pénibles et délicates auxquelles il devait consacrer sa longue et laborieuse carrière.

» En 1825, pour faciliter l'étude de ces humbles plantes, dont les organes de la reproduction ne sont pas apparents, et que la science a désignées sous le nom de cryptogames, Desmazières eut l'heureuse idée de publier, en nature et en beaux échantillons de choix, tous les lichens, toutes les mousses, les phycées et diverses familles de champignons du nord de la France, en les accompagnant d'une synonymie fort étendue, de notes critiques, et toujours de descriptions complètes, lorsqu'il présentait des espèces qui n'avaient point été signalées avant lui. Les nombreux *fascicules*, où sont renfermés ces trésors de la cryptogamie, comprennent plus de 2400 espèces, et sont répandus aujourd'hui dans toutes les collections scientifiques importantes de l'Europe.

» Les travaux de Desmazières lui créèrent des relations avec de grands savants qui venaient le visiter dans sa modeste retraite de Lambersart. C'est là que, loin des distractions du monde, il se livrait tout entier à l'entraînement de ses études de prédilection, avec une ardeur dont sont victimes, plus fréquemment qu'on ne le pense, les infatigables chercheurs de la science. Desmazières lui-même en fit la triste expérience; des observations au microscope trop souvent répétées et prolongées dans les veilles de la nuit, le firent longtemps souffrir et craindre sérieusement pour sa vue.

» Nous permettra-t-on d'ajouter qu'il avait initié à ses travaux la compagne de son existence, et que Mme Desmazières avait acquis une grande habileté dans l'observation et la préparation des plantes qui font la richesse des fascicules ?

» La retraite même que s'était choisie Desmazières, hors de Lille, l'empêchait de se rendre assidûment aux séances de la Société Impériale. En 1848, il fut nommé membre honoraire, par considération pour l'importance de ses travaux, et dès ce moment il ne reparut plus au sein de la Société; mais, il se rappelait à son souvenir, par l'envoi des fascicules, à la publication desquels il a travaillé jusque dans les dernières années de sa vie, avec toute l'ardeur de la jeunesse.

» Je passe sous silence de nombreux mémoires dont la simple énumération serait aussi longue que fastidieuse. J'ajouterai seulement qu'à toutes ces recherches de science pure, Desmazières a joint des travaux qui intéressent plus particulièrement l'agriculture. C'est ainsi qu'avec la supériorité que lui donnait la haute position qu'il s'était faite en botanique, il a traité de la maladie de la betterave, de celle du lin, de la rouille des épis de blé, etc.

» Ce sont tous ces titres qui ont valu à l'habile micrographe du nord, la réputation et l'autorité dont son nom jouit partout où les études cryptogamiques ont des interprètes.

» Pour tous ces titres, Desmazières, pour tous ces progrès que tes efforts persévérants ont fait faire à l'esprit humain, reçois les hommages, avec les adieux, de ceux qui furent tes confrères, tes concitoyens. Ils sont fiers de l'éclat que ton nom a jeté sur la Société, sur la cité toute entière : ton souvenir restera parmi eux comme celui d'un homme de bien et d'un savant dont les œuvres ne périront pas. »

Séance du 18 juillet.

Il est procédé au scrutin sur la candidature de M. Dareste de la Chavanne, professeur d'histoire à la Faculté des Lettres de Lyon, membre correspondant de l'Institut, et M. Dareste est proclamé membre correspondant de la Société.

M. DE COUSSEMAKER, au nom de la Commission d'impression des documents historiques, rend compte de l'état satisfaisant d'avancement de ses travaux.

M. LAMY présente, au nom de M. Frédéric Kulhmann fils, une *note sur la fabrication de l'acide nitrique* (Voir les Mémoires pour 1862).

M. ESCHENAUER donne lecture d'un travail intitulé *Visite au philosophe Schelling en* 1851 (Voir les Mémoires pour 1862).

M. DAVID présente un mémoire intitulé *Théorie générale des développantes* et une *Note sur le calcul des saisons* (Voir les Mémoires pour 1862).

M. GIRARDIN lit, pour M. DARESTE absent, une note sur le mode de génération des Tænias.

M. GIRARDIN donne connaissance d'un procédé de clarification et de désinfection des eaux provenant du dégraissage des laines, par MM. Tellier et Bourgeois, régents au collége d'Avesnes ; il émet une opinion très-favorable sur ce procédé.

M. DELERUE lit deux fables : le Revers, la Souris et le Chat.

Séance du 1er août.

Sur la proposition d'une Commission chargée d'examiner les améliorations à apporter aux impressions, la Société décide :

1° Les Mémoires ne seront plus dorénavant imprimés et distribués que par volume entier, et non plus par fascicule trimestriel ;

2° Chaque auteur d'un travail inséré dans les Mémoires aura droit, sur sa demande, à en recevoir gratuitement 50 exemplaires.

M. LAMY communique le résultat de ses nouvelles observations sur le thallium.

Séance du 22 août.

Après un rapport fait par M. Guiraudet, au nom d'une Commission chargée d'examiner les titres de M. Painvin, le scrutin confirme les conclusions du rapport et M. Painvin, professeur de mathématiques spéciales au Lycée de Douai, est proclamé Membre correspondant de la Société.

Séance du 5 septembre.

M. Lamy communique à la Société le résultat des recherches qu'il a faites relativement à l'équivalent du thallium; cet équivalent est fixé provisoirement au chiffre extraordinaire de 204

M. Corenwinder lit une note relative à ses recherches sur l'assimilation du carbone par les végétaux.

« Depuis plus de douze ans, ce chimiste s'occupe avec persévérance et presque sans interruption de l'étude de cette importante question. Dans cet intervalle de temps, il a fait sur ce sujet plus de trois cents expériences qui lui permettent aujourd'hui de redresser les erreurs de ses devanciers et d'établir avec certitude les lois qui régissent ces phénomènes.

» Ne pouvant entrer dans les détails des recherches de cet expérimentateur, nous nous bornerons à en faire connaître le résumé :

» 1° On sait, depuis le siècle dernier, que les feuilles exposées au soleil absorbent l'acide carbonique et probablement en assimilent le carbone, puisqu'ellent exhalent en même temps de l'oxygène. Ce phénomène a été développé autrefois par M. Corenwinder qui en a étudié les conditions. On croyait qu'il dépendait de la matière verte des feuilles et qu'il était particulier à celles qui en renferment dans leur parenchyme : M. Corenwinder a vu, au contraire, que les feuilles colorées, même celles qui le sont en pourpre foncé se comportent d'une manière semblable, c'est-à-

dire qu'au soleil elles absorbent aussi l'acide carbonique de l'air.

» 2° Pendant la nuit, personne ne l'ignore, les feuilles exhalent du gaz acide carbonique. Cette exhalation a lieu, quelle que soit leur coloration ; mais elle est singulièrement influencée par la température. Au dessous de 5°, des feuilles vivant dans des conditions normales, c'est-à-dire fixées sur une plante ayant ses racines en terre, ne produisent généralement aucune trace d'acide carbonique.

» Dans l'obscurité artificielle et pendant le jour, les feuilles expirent du gaz acide carbonique aussi bien que pendant l'obscurité de la nuit, et même davantage si la température est plus élevée. C'est ce qu'on peut constater en couvrant d'un mouchoir noir la cloche où l'on a mis le végétal en expérience.

» 3° De Saussure et d'autres physiologistes ont avancé que les feuilles des plantes dégagent du gaz acide carbonique, même pendant le jour et à l'ombre. M. Corenwinder a observé autrefois, comme ses devanciers, que ce fait se reproduit en diverses circonstances ; mais en poursuivant ses recherches, il a reconnu qu'il n'avait lieu que lorsqu'on opère sur des végétaux placés dans des conditions qui ne sont pas naturelles.

» Ainsi les feuilles des plantes végétant à l'état normal, c'est-à-dire celles qui ont leurs racines dans le sol, n'expirent généralement pas d'acide carbonique pendant le jour, à l'ombre. Tout au plus en dégagent-elles une petite quantité lorsque le temps est sombre et qu'elles se trouvent par le fait dans un commencement d'obscurité.

» Au contraire, si l'on expérimente sur un rameau détaché de a tige et mis le pied dans l'eau, pour lui conserver une fraîcheur apparente, on observe que les feuilles exhalent constamment de l'acide carbonique pendant le jour, à l'ombre, même par un temps clair. Certaines plantes en produisent même dans ces conditions une proportion assez considérable.

« Cette exhalation n'est donc pas un phénomène dépendant

d'une fonction naturelle de la plante; elle résulte plutôt d'un état pathologique, déterminé par la mutilation qu'elle a éprouvée.

» Par suite d'observations de ce genre, on a prétendu que les végétaux absorbent de nouveau et décomposent l'acide carbonique qu'ils exhalent pendant le jour. Cette observation paraît étrange *à priori*; elle est contraire à la simplicité des opérations de la nature. L'expérience démontre qu'elle n'a aucun fondement. On a cru pouvoir conclure aussi que la respiration des animaux était semblable à celle des plantes, puisque celles-ci exhalent, disait-on, de l'acide carbonique comme les premiers. On voit par ces faits combien il faut se prémunir contre ces affirmations de fantaisie qui naissent à la suite de recherches opérées dans de mauvaises conditions. »

Séance du 22 septembre.

M. Deplanck lit à la Société diverses pièces de poésie; et plusieurs membres rendent compte d'ouvrages renvoyés à leur examen.

M. Deplanck dépose sur le bureau une proposition tendant à ce qu'il soit fait une collection des portraits photographiés de tous les Membres de la Société, tant résidants que correspondants. Après discussion sommaire, la proposition est renvoyée à l'examen d'une commission composée de MM. Deplanck, Aimé Houzé de l'Aulnoit, H. Violette.

Séance du 3 octobre

M. Bos, secrétaire-général, annonce qu'un ordre ministériel le chargeant de fonctions nouvelles l'oblige à quitter Lille et à cesser par conséquent de faire partie de la Société.

M. le Président exprime à M. Bos les regrets qu'inspire son

départ, et lui fait, au nom de la Société, des remerciements pour le dévouement avec lequel il a rempli ses fonctions.

M. Aimé Houzé de l'Aulnoit lit un rapport sur la proposition faite par M. Deplanck dans la séance du 22 septmebre.

Conformément aux conclusions de ce rapport, la Société décide qu'une galerie photographique sera faite, renfermant les portraits de ses membres, auxquels on joindra une biographie sommaire de chacun d'eux et une liste de leurs travaux (Voir à la fin du volume la circulaire relative à ce sujet, expédiée aux Membres de la Société).

M. V. Derode, M. C., lit à la Société un fragment d'un travail historique sur l'*enseignement secondaire à Lille pendant le XVIIIe siècle jusqu'à la révolution française.*

M. Chon lit le compte-rendu suivant relatif à la publication faite par M. Godefroy de Ménilglaise, M. C., d'un *Itinéraire de Mons à Jérusalem, par Langherand, mayeur de Mons-en-Haynaut.*

« Messieurs,

» Le livre qu'a publié notre confrère M. de Godefroy de Ménilglaise est un journal de voyage et par conséquent un ouvrage difficile à analyser; pour en rendre un compte exact et complet, il faudrait suivre pas à pas cet itinéraire, relever un à un les détails plus ou moins curieux qu'il renferme, enfin refaire le voyage entier en la compagnie de l'auteur; il nous suffira ici de caractériser par des traits principaux une œuvre dont une personnalité naïve est le charme principal.

« S'ensuivent les gestes, repaistres et séjours que moy George » Langherand ay fait en cuidant aller de prime fache à Romme, » avec et en la compagnie de sire Nicolas de Saint-Genois et » Arnoul son frère et leur serviteur, et Jhéromme Deutiers, fils » Jaques; et dudit Romme à Venise et Jhérusalem et Ste.-Cathe- » rine de Sinay, etc. »

» Donc il s'agit du voyage de Georges Langherand, mayeur de Mons-en-Haynaut, à Venise, Rome, Jérusalem, mont Sinaï et le Kayre, dans les années 1485 et 1486; M. de Godefroy a enrichi l'édition qu'il en donne d'une introduction où l'on trouve des observations judicieuses sur les pèlerinages et la physionomie ordinaire des relations de ce genre qui nous sont parvenues, quelques renseignements biographiques, nécessairement fort restreints, sur Langherand et ses compagnons, puis une notice bibliographique sur les deux manuscrits que possèdent les bibliothèques de Lille et de Valenciennes. C'est le premier de ces manuscrits qui a été livré à l'impression.

» Parti de Mons-en-Haynaut le second jour de carême, 9 février 1485 (vieux style), le bon mayeur de ladite ville traverse la France du nord-ouest au sud-est, et en dix-neuf jours, ce qui n'est pas trop pour ce temps-là, il arrive au pied du mont Saint-Bernard qui se dresse devant les pèlerins couvert « de neiges plus grandes que passé longtemps n'avaient été vues » et, en effet, la saison était singulièrement choisie pour franchir la chaîne des Alpes. En route, notre voyageur ne nous fait grâce d'aucune étape, il a soin de signaler les petits désagréments inséparables d'un voyage entrepris à cheval et d'hôtellerie en hôtellerie; les nombreux accidents survenus à leurs moyens de transport sont minutieusement rappelés, et dès Digon (Dijon), « il me failly changier mon cheval, dit Langerand, parce qu'il estoit lâche, mangeoit mal aveine et estoit enclouwé du piet derrière hors montois. »

» Remarquons d'abord que Langherand indique très-soigneusement les distances, en lieues, d'une localité à une autre; sa relation est un document géographique d'un véritable intérêt, malgré certaines erreurs; on y trouve l'occasion d'une étude comparative avec la géographie actuelle; mais, ne l'oublions pas, il est avant tout un pèlerin, son voyage est un pèlerinage, rien de plus, et par conséquent attendez-vous à ce que le pieux

touriste nous rappelle particulièrement les faits et les choses qui correspondent à sa situation d'esprit ; c'est ce que M. de Godefroy exprime heureusement dans un passage de son introduction.

» Quelle que soit sa préoccupation religieuse, Langherand ne peut néanmoins se dispenser de signaler à travers la Champagne, la Bourgogne, la Franche-Comté, le canton de Vaud, la vallée du Rhône, la trace des récentes et sanglantes luttes entre Louis XI et Charles-le-Téméraire, entre Charles-le-Téméraire et les Suisses ; ce qui donne à son récit un cachet remarquable d'actualité. Traversant le mont Saint-Bernard, au mois de février, avec d'extrêmes difficultés, il descend dans le Piémont, puis gagne Venise par le Milanais, le Bressan et le Véronais. Après une première halte de dix-huit jours à Venise, il se rend à Rimini en longeant l'Adriatique ; de Rimini, par Urbin et Spolète, à Rome, qui ne le retient que six jours. Il remonte à Lorette et Ancône pour regagner Venise, où après un nouveau temps d'arrêt il s'embarque. Son navire touche à Zara, Raguse, Corfou, Modon, Candi, Rhodes, Chypre, et le dépose à Jaffa. Sept semaines sont consacrées à la Terre-Sainte : ensuite il s'aventure au pèlerinage du mont Sinaï ; de là il va au Caire, y séjourne une semaine, descend le Nil, reprend la mer à Damiette et une interminable et rude navigation le ramène à Venise. Le voilà de nouveau en selle, se dirigeant obliquement à travers le Trévisan, le Trentin, les montagnes du Tyrol et atteignant les bords du Rhin près de Spire. Il suit le cours du grand fleuve jusqu'à Cologne, d'où il rebrousse vers Juliers, Aix-la-Chapelle, Maestricht et Mons, sa patrie, qui le reçoit dans ses murs le 16 février 1486, après une laborieuse pérégrination de 372 jours.

» Absorbé, disons-nous, par la pensée dévote qui le domine, Langherand n'a, partout où il passe, des yeux que pour les monuments religieux, pour les traditions pieuses, les légendes, les reliquaires, les objets du culte, etc. Rome même, où cependant il est impossible que les antiquités payennes n'aient pas

produit quelque impression sur notre bon bourgeois de Mons-en-Haynaut, il n'en dit rien, et la même indifférence se manifeste à peu près généralement dans son livre ; le lecteur doit en prendre son parti. A Venise, cependant, il se départ un peu de ses habitudes, en décrivant plus volontiers les édifices profanes et rappelant les usages politiques. Il ne dédaigne pas parfois de consigner des détails concernant les mœurs, le commerce, l'industrie, les costumes, et ces détails ne manquent pas d'intérêt ; alors la couleur locale apparaît et présente une conformité curieuse avec les peintures que des voyageurs plus modernes ont faites des pays visités par Langherand.

» Si quelque chose doit assurer de la parfaite bonne foi du voyageur, c'est sa naïveté singulière et sa crédulité même, qui accepte les inventions les plus hasardées des légendaires et des guides. M. de Godefroy en a relevé plusieurs, par exemple cette voûte sous laquelle, à Rome, les douze Apôtres se seraient, dit Langherand, « muchés pour doubte de la mort ; » il y a en effet tout lieu de supposer que le cicerone s'est moqué ici du crédule pèlerin. Les naïvetés de Langherand ne sont égalées que par la liberté, la crudité extrêmes des expressions dont il se sert en mainte occasion. Le vieux français, dit M. de Godefroy, est, à cet égard, en possession du même privilége que le latin. D'ailleurs, Langherand n'y entend point malice, et il est impossible d'être scandalisé en présence d'une simplicité si candide, par des peintures comme celle de la danse des Almées en Egypte. La pureté d'intention désarme la pruderie et ses exigences.

» L'œuvre principale de M. de Godefroy dans cette intéressante publication est le Glossaire qui suit le texte et l'index topographique, surtout le commentaire critique contenu sous le titre : *Notes et éclaircissements*. Contemporain de Philippe de Comines, Langherand n'use pas d'un langage aussi clair, aussi vigoureux, que celui de l'immortel confident du roi Louis XI ; beaucoup d'expressions sentent le terroir et rappellent même notre patois

de Lille ou des environs ; par conséquent un glossaire était indispensable ; mais ce qui était plus nécessaire encore, c'était un commentaire historique et géographique ; la portée de ce dernier travail se mesure aux recherches qu'il a exigées, aux difficultés qu'il a rencontrées ; on ne saurait se figurer à quelles innombrables et fastidieuses lectures M. de Godefroy s'est livré pour donner au texte de Langherand une glose suffisante, pour éclairer les obscurités, corriger les erreurs, faire comprendre les allusions ; sans doute, il n'a pu, malgré la plus minutieuse vérification, retrouver tous les noms de lieux souvent altérés de telle sorte qu'ils sont méconnaissables, et introduire la lumière dans tous les faits où s'aventure le voyageur Montois ; cependant, les résultats obtenus n'en sont pas moins d'une haute importance, et il nous semble que l'exactitude de la critique n'y laisse rien à désirer, sous aucun rapport. En terminant l'examen du livre publié par M. de Godefroy, je me disais que s'il est beau de porter un nom glorieux, un nom que recommande une suite d'ancêtres illustres par la science, il est plus beau encore de n'en laisser périmer ni l'éclat, ni la valeur ; c'est une tâche ou plutôt c'est un devoir auquel notre confrère s'applique avec un zèle des plus honorables. »

Séance du 17 octobre.

La Société procède à l'élection d'un secrétaire général, en remplacement de M. Bos, devenu Membre correspondant. M. Guiraudet est nommé secrétaire général.

M. Guiraudet lit un rapport sur la candidature de M. Lachez, architecte à Paris, et après scrutin M. Lachez est proclamé Membre correspondant.

A l'occasion de cette candidature M. Guiraudet lit le compte-rendu suivant d'un ouvrage de M. Lachez, intitulé : *Optique et acoustique des salles de réunions publiques.*

« Messieurs,

» M. Lachez est architecte, et dans le cours de sa carrière il a eu souvent par position, comme il le dit dans sa préface, à s'occuper de la disposition de grandes salles de réunions. Son livre est donc le résumé de ce que lui ont appris son expérience et ses observations personnelles : il est fort intéressant et renferme des préceptes et des conseils dont beaucoup d'architectes pourraient profiter. Ce n'est pas que les questions y soient complètement résolues ni qu'elles y soient épuisées, il s'en faut de beaucoup. Mais du moins sont-elles posées : et quoique dans l'ordre des connaissances physiques il ne soit guère vrai de dire qu'une question bien posée est à demi résolue, cependant il y a là un pas de fait.

» On peut classer les salles de réunion en trois catégories :

» Salles de réunion destinées à l'exercice de la parole, et dont le type le plus fréquent est l'amphithéâtre d'un cours public,

» Salles de concert,

» Salles de spectacle.

» La question n'est réellement traitée d'une manière complète par M. Lachez que pour les salles de la première catégorie. Pour les autres, et surtout pour la dernière, il ne formule guère que des conseils généraux, très-judicieux, mais un peu vagues : la question est aussi beaucoup plus difficile parce qu'elle est beaucoup plus complexe. Dans un amphithéâtre, on doit entendre et voir l'orateur ; dans un théâtre, il faut entendre et voir ce qui se passe sur la scène ; mais le spectateur veut en même temps trouver dans la salle un bel aspect d'ensemble, voir les autres spectateurs et enfin être vu. — Toutes ces exigences rendent la solution beaucoup plus difficile.

M. Lachez s'est principalement occupé des amphithéâtres destinés à l'enseignement et aux séances législatives. C'est lui qui, comme architecte de la ville de Paris, a aménagé les principales salles de cours du collége de France ; et je me souviens parfaite-

ment que lorsque j'y étais, en qualité d'élève de l'Ecole normale, l'auditeur des savants cours qui s'y font, j'avais plusieurs fois été frappé, sans m'en rendre compte, de la bonne disposition de ces salles et surtout de ce fait qu'on y voit également bien de partout, et quelle que soit la foule qui s'y presse.

» Je ne puis pas ici entrer dans les détails de discussion et d'analyse comparée que renferme le livre de M. Lachez; mais je puis vous indiquer les deux points principaux sur lesquels porte la réforme qu'il propose.

» Une salle de cours est presque toujours une salle rectangulaire, plus profonde que large : la chaire de l'orateur ou du professeur est à l'un des bouts; puis s'élève devant lui une série de gradins formant dans leur ensemble un *plan* incliné, d'un gradin au suivant la différence de niveau et l'écartement horizontal étant toujours les mêmes. — M. Lachez montre qu'avec ces dispositions habituelles un amphithéâtre un peu considérable ne peut pas être bon. — D'abord les auditeurs se font nécessairement *écran* les uns aux autres, et c'est là un fait que chacun de nous a pu vérifier plus d'une fois à ses dépens, et dont l'examen géométrique de la question démontre la nécessité mathématique. — D'autre part, si le plafond de la salle est horizontal, il existe au-dessus de l'orateur un espace considérable offrant une masse d'air qui doit être ébranlée par la voix, et où la puissance des ondulations sonores va se perdre au détriment de l'auditoire : heureux s'il ne s'y produit pas des résonnances et des échos nuisibles. De plus les parois latérales, parallèles entre elles, ne sont aucunement favorables à la répercussion des sons vers les auditeurs. — Dans un amphithéâtre semblable, et c'est à peu près là la forme qu'ils ont ordinairement, ce n'est qu'au prix de grands efforts que l'orateur peut se faire entendre de tous.

» Il y a donc double inconvénient à la fois au point de vue optique et au point de vue acoustique.

» M. Lachez propose de remplacer cette disposition vicieuse par

d'autres parfaitement rationnelles. — La forme rectangulaire de la salle devrait être remplacée par une forme évasée vers le fond. Par là, on supprimerait une grande partie de cette masse d'air inutile et nuisible qui environne ordinairement l'orateur, suppression qu'on rendrait plus complète encore si on abaissait le plafond sensiblement vers la chaire qu'il doit occuper. Par là aussi on disposerait l'auditoire de la manière la plus commode pour lui : la preuve en est que, lorsqu'un amphithéâtre se remplit, les gradins latéraux ne sont jamais occupés que lorsqu'il n'y a plus moyen de trouver place dans la partie centrale : on aime mieux se trouver un peu plus loin et de face, que plus près et de côté.

» En même temps, et pour empêcher que les spectateurs se fassent écran les uns aux autres, M. Lachez montre qu'il est absolument nécessaire de disposer les gradins suivant une surface concave et non suivant un plan comme on le fait ordinairement : en d'autres termes, et en supposant l'espacement horizontal toujours le même, il faut que la différence de niveau d'un gradin au suivant aille en augmentant à mesure qu'on avance vers le fond de la salle, au lieu d'être constant, comme on le fait partout. — M. Lachez donne pour l'usage des architectes une construction très-simple et parfaitement suffisante pour régler, dans tous les cas la position des différents gradins d'après la position de la chaire. — Il commet, il est vrai, une erreur au point de vue mathématique, en paraissant croire que la surface dessinée par l'ensemble des gradins est une surface parabolique; le calcul appliqué à ses constructions montre par une intégration facile que le profil de cette surface est une sorte de logarithmique. Mais la chose importe très-peu au point de vue architectural. — Je crois que cette partie du travail de M. Lachez, qui est à la fois d'une application très-facile et d'une efficacité infaillible, mérite d'être remarquée et signalée aux architectes. — Quant à ce qui précède, cela peut se résumer en disant que pour la facile

émission de la voix et la propagation des ondes sonores, M. Lachez pense que la forme générale d'une salle destinée à l'audition devrait se rapprocher de celle d'un *porte-voix*, et la chose vous paraîtra, j'espère, comme à moi, parfaitement raisonnable.

On pourra peut-être objecter qu'il serait difficile de concilier une pareille forme avec les exigences de la décoration : quant à moi, je pense que toute objection de cette nature est sans valeur. Parmi toutes les définitions du *beau*, il en est une que je regarde comme la seule satisfaisante. On a dit que le beau est la splendeur du vrai, c'est-à-dire du juste et du raisonnable. Qu'un objet satisfasse complètement au but en vue duquel il a été construit, et selon moi cet objet ne peut pas manquer d'être beau : quant aux ornements, ils doivent par nature être des accessoires subordonnés à l'objet principal, concourant à la même fin que lui et surtout ne l'en détournant jamais, si peu que ce soit. — Si donc la forme d'amphitheâtre proposée par M. Lachez est la meilleure pour l'audition et la vue, qu'on l'emploie sans crainte; il se trouvera des hommes de goût pour la parer des ornements qui lui conviennent.

» Vous n'attendez pas de moi, Messieurs, que je suive M. Lachez dans les développements qu'il donne à l'examen des conditions que doit remplir une salle, suivant les différents buts en vue desquels elle peut avoir été projetée. — Je ne me suis déjà peut-être que trop étendu sur un sujet qui m'intéressait particulièrement, et j'en ai assez dit pour vous montrer que le livre de M. Lachez n'est dépourvu ni d'intérêt ni de valeur. C'est une excellente étude, nourrie de faits et d'observations judicieuses, sur la construction des amphithéâtres.

» Il y a aussi plusieurs chapitres fort intéressants, que le temps ne me permet pas de vous faire connaître, et qui sont relatifs aux salles de concerts, aux dispositions qu'il est préférable d'y voir adopter et surtout à celles qu'il faut éviter : pourtant je dois dire que l'auteur est là moins précis dans ses conclusions

qu'en ce qui touche aux amphithéâtres destinés à la parole, tout en faisant connaître une foule de faits curieux et dont on ne tient le plus souvent aucun compte, au grand détriment de nos oreilles. »

M. Guiraudet présente à la Société un mémoire ayant pour titre: *Aperçu historique sur l'origine et les progrès du calcul des variations jusqu'aux travaux de Lagrange* (Voir les Mémoires pour 1862).

M. Lamy présente une note de M. Frédéric Kuhlmann fils, concernant les propriétés de quelques sels organiques du thallium (Voir les Mémoires pour 1862).

Séance du 7 novembre.

M. Chrestien communique à la Société un mémoire intitulé : *Recherches statistiques sur le mouvement de la population de la ville de Lille pendant l'année* 1860 (Voir les Mémoires pour 1862).

M. Lamy communique des faits nouvellement découverts par lui relativement aux oxides du thallium et à l'alcool thallique.

Séance du 21 novembre.

M. Chon lit à la Société la deuxième partie d'un *Essai historique sur Georges Washington et la révolution d'Amérique* (Voir les Mémoires pour 1863).

M. Aimé Houzé de l'Aulnoit lit une note relative aux cités ouvrières, en particulier à la cité Napoléon, fondée à Lille par le bureau de bienfaisance (Voir les Mémoires pour 1863).

M. Guiraudet donne communication, au nom de M. Painvin, M. C., d'un mémoire intitulé : *Propriétés des points d'inflexion des courbes du 3e ordre et des points de rebroussement des courbes de 3e classe.*

Séance extraordinaire du 28 novembre.

M. Delerue, au nom de la Commission de littérature pour le concours de 1862, lit le rapport de la Sous-Commission de poésie : les conclusions de ce rapport sont adoptées (V. compte-rendu de la séance publique).

M. Alfred Houzé de l'Aulnoit lit le rapport de la Commission de médecine pour le concours de 1862 ; les conclusions sont adoptées (V. compte-rendu de la séance publique).

M. Guiraudet rend compte de la situation de l'École des chauffeurs et des résultats des examens pour l'année 1862.

Séance du 5 décembre.

M. Chon, au nom de la Commission de littérature pour le concours de 1862, lit le rapport de la Sous-Commission d'histoire et de philologie (V. compte-rendu de la séance publique).

M. Mathias, au nom de la Commission des sciences appliquées, expose les résultats du concours (V. compte-rendu de la séance publique).

MM. Girardin et de Melun sont chargés de résumer pour la séance publique les résultats des concours scientifique et littéraire pour 1862.

Après un rapport de M. Aimé Houzé de l'Aulnoit, sur la candidature de M. Breton, peintre à Paris, et d'après le résultat du scrutin, M. Breton est proclamé membre correspondant.

Le Secrétaire-Général donne lecture du rapport sur les travaux de la Société pendant l'année 1862 : ce rapport est approuvé.

Séance extraordinaire du 12 décembre.

M. Bachy communique, au nom du bureau, le rapport sur

les récompenses à accorder aux agents industriels (V. compte-rendu de la séance publique).

M. Lamy, Président, lit le discours qu'il se propose de prononcer en séance publique. MM. Girardin et de Melun communiquent également les rapports pour la séance publique. Ce discours et ces rapports sont approuvés.

Il est procédé au renouvellement du bureau; et il se trouve ainsi composé pour l'année 1863 :

Président.	MM. Chon.
Vice-Président.	Henri Violette.
Secrétaire-Général	Guiraudet.
Secrétaire de correspondance.	Aimé Houzé de l'Aulnoit.
Trésorier	Bachy.
Bibliothécaire	Chrestien.

Séance du 19 décembre.

M. Hinstin lit le rapport de la Commission chargée d'examiner les titres de M. Richaud; après un vote conforme aux conclusions du rapport, M. Richaud, proviseur du lycée de Lille et auteur d'œuvres littéraires, est déclaré Membre résidant.

SEANCE SOLENNELLE

DU 21 DÉCEMBRE 1862,

Sous la présidence de M. VAILLON, Préfet du Nord,

Membre honoraire de la Société.

A deux heures, M. le Président d'honneur prend place au bureau, avec M. le Général MAISSIAT, commandant la 3e division militaire, M. RICHEBÉ, Maire de Lille, M. LAMY, Président de la Société, M. CHON, Vice-Président, et les autres membres du Bureau.

La séance étant ouverte, M. LAMY, Président de la Société, prononce le discours suivant :

Messieurs,

L'usage impose au Président de la Société Impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts, l'honneur toujours périlleux de prendre la parole dans cette séance solennelle. Humble représentant de la science, habitué à la précision de langage, parfois un peu aride, qu'elle exige, je n'ai pas, comme mes collègues de littérature, le précieux privilége de pouvoir vous adresser un discours dont la forme rehausse le fond en donnant un plus vif attrait à la pensée. Heureusement, je trouve un en-

couragement dans votre empressement à assister à cette solennité où la science tient une si large place ; et votre goût éclairé pour les choses de l'esprit m'autorise à compter sur votre indulgence.

Je vous entretiendrai naturellement des sciences. Puisant mes inspirations dans la devise et les traditions de notre Société, je veux essayer de vous montrer que les sciences méritent notre estime et nos hommages, non-seulement pour les applications plus ou moins immédiates dont elles enrichissent le monde matériel, mais encore pour la somme de vérités, de beautés par lesquelles elles agrandissent le domaine du monde moral.

Les sciences, dans l'espace de deux siècles, ont enfanté tant de prodiges, ont été pour la société la source de tant de bienfaits, que leur puissance comme leur utilité sont devenues populaires. Mais, il faut bien le dire, on ne reconnaît leur importance et on ne leur accorde généralement son estime, qu'en considération de l'influence qu'elles exercent sur les progrès de l'industrie ou des arts. Encore trouve-t-on trop de gens préoccupés exclusivement de l'application pratique immédiate, qui regardent la théorie et les faits dont leur vue bornée n'aperçoit pas les conséquences, comme choses parfaitement inutiles, bonnes tout au plus à procurer aux savants quelques jouissances intellectuelles. Je répondrai d'abord à ces *utilitaires*, pardonnez-moi l'expression, par quelques exemples, qui ne sont pas nouveaux, sans doute, mais qu'il faudra bien répéter aussi longtemps que l'ignorance et l'orgueil voudront fermer les yeux à la lumière.

Ce sont les grands travaux scientifiques de Galilée, de Toricelli, de Pascal, sur la pesanteur de l'air, d'Otto de Guéricke sur la pompe pneumatique, dans le courant du XVIIe siècle, qui ont été les semences fécondes d'où le génie créateur de Papin a su tirer la première machine à vapeur.

Ce sont les recherches purement théoriques des savants du siècle suivant, relatives au thermomètre, à la vaporisation de

l'eau, à sa condensation, et aux phénomènes qui accompagnent le changement d'état des corps, qui ont permis à l'illustre Watt de donner aux efforts, aux études de Papin, leur suprême couronnement, en construisant la véritable machine à vapeur, aujourd'hui l'âme de l'industrie, l'agent peut-être le plus puissant de la civilisation contemporaine.

C'est grâce aux expériences de Schèele sur la coloration du chlorure d'argent par la lumière, et à toutes les découvertes optiques des deux derniers siècles, que les longs et persévérants efforts de Niepce et Daguerre ont pu donner naissance à cet art admirable, devenu si rapidement populaire, la photographie.

Citerai-je encore le chloroforme, cette conquête que l'on peut ranger au nombre des plus utiles qui aient jamais été faites au profit de l'humanité souffrante ? Le chloroforme, lui aussi, est né de combinaisons, d'expériences bien abstraites, et pendant longtemps il resta comme un de ces corps auxquels l'on jette trop légèrement la qualification d'inutiles.

Je ne saurais passer sous silence les recherches purement spéculatives du célèbre professeur de Bologne, Galvani, vers la fin du dernier siècle, sur les mouvements convulsifs que provoque, dans des tronçons de grenouille, la réunion des nerfs et des muscles par l'intermédiaire d'un arc métallique. Ce sont ces recherches et les discussions théoriques qu'elles soulevèrent, qui ont inspiré au génie de Volta la construction de la pile qui porte son nom ; la pile électrique, l'instrument le plus merveilleux que l'homme ait jamais inventé, a dit Arago, sans en excepter le télescope et la machine à vapeur ! — Effets physiques, chimiques, physiologiques, chaleur assez intense pour fondre et volatiliser les substances les plus réfractaires, lumière assez éclatante pour être seule comparable à celle du soleil, force motrice transportée avec la rapidité de l'éclair aux lieux les plus éloignés du globe, décomposition des corps pour la dorure et la galvanoplastie, formation des espèces minérales,

mouvements particuliers, aussi étranges que mystérieux, dans les êtres organisés vivants ou morts ; la pile électrique produit tout à elle seule, bien supérieure par cette universalité d'action à toutes nos inventions, lesquelles n'accomplissent généralement qu'une fonction unique et spéciale.

A son origine, le modeste et théorique instrument était loin de faire prévoir tous les prodiges dont il devait étonner le monde. Je me trompe, Messieurs, un grand homme, le plus puissant génie qui ait gouverné la France, Napoléon Ier, sut deviner l'immense avenir qui était réservé à la pile dans les propriétés caractéristiques que Volta résumait en sa présence.

Je choisis un dernier exemple dans les impressions que m'a laissées la vue de l'Exposition universelle de Londres.

Derrière ces vitrines, où s'étalaient les incomparables produits de nos soieries françaises, chacun pouvait admirer des nuances dont le brillant et l'éclat reproduisaient dans toute leur beauté, dans toute leur fraîcheur, les couleurs les plus pures du règne végétal. La rose a des nuances moins variées et moins vives que la pourpre qui rehaussait l'éclat de ces splendides étoffes, et que l'on désigne sous les noms de *Fuchsine*, de Magenta, de Solferino. Eh bien! ces couleurs magnifiques, triomphantes, dignes en effet de porter des noms de victoire, sont des conquêtes les plus récentes de la science pure, le résultat des études les plus abstraites de la chimie organique. Elles dérivent, par une série de transformations, dont la science seule peut revendiquer l'honneur, de cette matière commune qui alimente nos foyers, de la houille.

Je me borne à ces exemples : ils doivent suffire pour montrer que les recherches théoriques les plus inutiles en apparence, que ces corps auxquels les partisans exclusifs des études utilitaires reprochent si dédaigneusement de n'être bons à rien, peuvent devenir, avec le temps, la source des plus importantes applications pour le bien-être de l'homme.

Mais, je vous l'ai dit, Messieurs, ce n'est pas seulement pour ses applications pratiques que la science doit être estimée et honorée ; elle mérite un hommage plus élevé, plus pur.

Est-ce en vue des applications, que travaillent l'astronome qui scrute la profondeur des cieux pour en découvrir les lois immuables, le géomètre qui définit la forme et calcule la durée des orbes planétaires, le physicien qui dévoile de nouvelles propriétés de cet agent universel qu'on nomme chaleur, lumière ou électricité, le chimiste dont les ingénieux procédés désagrégent la matière, ou en combinent de mille manières les éléments, le géologue enfin, qui trouve, dans la nature et la disposition des matériaux de l'écorce du globe, les indices certains des grandes catastrophes qui l'ont bouleversé à différentes époques, et le moyen de reconstruire les animaux qui l'ont habité avant les temps historiques? Non, Messieurs, les efforts de la plupart ont pour but une vérité à découvrir, un progrès à réaliser; tous, sciemment ou à leur insu, travaillent au développement général de l'humanité. Là est leur honneur, là est leur véritable gloire.

En dehors des savants, pourquoi y a-t-il tant de personnes, même de bons esprits, qui semblent refuser aux vérités de la science, une prérogative qu'elles accordent d'ailleurs volontiers à des beautés d'un autre ordre?

Un éloquent mouvement oratoire, une belle composition poétique. une scène de la nature reproduite avec une saisissante vérité par la peinture, une douce mélodie, une harmonie magistrale nous touchent, nous émeuvent, nous remplissent d'admiration, sans que jamais il nous vienne à l'idée de demander: à quoi cela sert-il? Dans ce cas, la littérature, la poésie, la peinture, la musique, que sont-elles autre chose que l'expression du vrai, du beau? Pourquoi donc voit-on généralement avec indifférence, ou ne peut-on admirer sans une arrière-pensée d'utilité, des vérités de l'ordre physique, comme les grandes

lois qui régissent la gravitation des mondes dans les espaces planétaires, la puissance expansive de la vapeur, la vitesse prodigieuse de l'électricité, l'action chimique des radiations lumineuses, la loi de succession des êtres à la surface de notre globe, le mode si subtil d'analyse fondé sur la coloration que communiquent aux flammes les dernières particules des corps, et tant d'autres faits ou lois générales d'une égale importance, qui seront l'éternel honneur du génie inventif de l'homme?

Sans doute, il y a plusieurs causes à cette tendance de notre esprit. Pour le plus grand nombre de ceux qui ne peuvent se retrancher derrière leur ignorance, il faut mettre en première ligne ce besoin immodéré de distractions et de jouissances matérielles qui a envahi les âmes, au grand détriment des jouissances de l'intelligence. Peut-être aussi faut-il admettre qu'habitués à voir chaque jour la science être pour nous la source de nouveaux bienfaits, nous ne pouvons plus séparer son objet de son utilité.

Quoi qu'il en soit de ces causes, Messieurs, levons les yeux, selon l'expression du poète; dans le monde physique, il y a autre chose que des satisfactions matérielles à chercher; il y a des lois éternelles à comprendre, un ordre providentiel à admirer, des harmonies sans nombre à découvrir. Et quand un savant vient nous annoncer un fait inattendu, une substance nouvelle, avec tout l'enthousiasme qui suit une révélation, n'éteignons pas ce feu de la pensée par ces paroles : A quoi cela peut-il être bon; à quoi cela sert-il? — Cela peut servir, comme l'enfant qui vient au monde, comme la semence que le laboureur confie à la terre, comme les disques empilés de Volta, comme la déviation de l'aiguille aimantée par l'électricité, comme le rouge d'aniline et le chloroforme. Cela peut être bon comme tout ce qui élargit l'horizon de la science, comble ses lacunes, généralise ses doctrines, agrandit le domaine de la pensée, comme tout ce qui est vrai, tout ce qui est beau, tout ce qui élève la créature en la rapprochant de son Créateur.

Quelques personnes peut-être, donnant à ma pensée un sens trop exclusif, répondront que si l'on se renfermait dans une sorte d'admiration contemplative pour les sciences, la société resterait privée de leurs inestimables bienfaits. Que ces personnes se rassurent; l'histoire est là pour prouver que, dès qu'une loi ou un fait, quelque simples qu'ils soient, ont été découverts et bien établis, il n'a jamais manqué d'esprits ingénieux, d'hommes utiles pour en tirer les conséquences pratiques, au grand profit du progrès matériel.

Pour me résumer, Messieurs, j'emprunte à un de nos plus éminents Conseillers d'État les belles paroles suivantes :

« Émanation de l'intelligence divine, gloire de l'intelligence humaine, les sciences spéculatives planent au-dessus de tout ce qui est matière; mais comme l'astre du jour qui, en éclairant toute la nature, colore en même temps nos fleurs et mûrit nos fruits, les sciences poursuivent leur carrière radieuse et font éclore en passant tous les prodiges de l'industrie, de l'agriculture et des arts. »

Avant de terminer, Messieurs, il me reste un devoir de pieuse confraternité à remplir.

Dans le courant de cette année, la Société a perdu l'un de ses membres les plus actifs et les plus distingués, Jean-Baptiste-Henri-Joseph Desmazières, mort à Lambersart en juin dernier. Nommé membre de la Société en 1817, Desmazières publiait, l'année suivante, dans nos Annales, ses premières découvertes sur des genres nouveaux de champignons, préludant ainsi aux recherches pénibles et délicates auxquelles il devait consacrer sa longue et laborieuse carrière. Quelques années plus tard, il commençait à faire paraître ces nombreux fascicules, véritables trésors de cryptogamie, que l'on trouve aujourd'hui dans toutes les bibliothèques scientifiques de l'Europe. J'ajouterai qu'à ses recherches de science pure, Desmazières a su joindre

des travaux qui intéressent plus particulièrement l'agriculture. Ce sont tous ces travaux, aussi nombreux qu'importants, qui ont valu à notre regretté confrère une réputation et une autorité considérables, partout où les études cryptogamiques ont des interprètes.

Messieurs, à l'expression de notre reconnaissance pour ceux de nos confrères qui ne sont plus, nous devons joindre l'exposé des travaux des vivants.

Notre honorable collègue, M. Guiraudet, va vous dire quels ont été ces travaux pendant l'année qui finit. Vous verrez que l'activité et l'importance du mouvement intellectuel, qui nous ont mérité l'honneur d'être placés au premier rang des Sociétés savantes de l'Empire, n'ont fait que s'accroître. En venant aujourd'hui, devant l'élite de la cité, soumettre à l'appréciation publique le résultat de ses efforts, la Société est fière de constater un progrès. Si, en outre, elle peut distribuer des récompenses aux savants qui ont trouvé une heureuse application de la science, au constructeur habile qui a contribué à la prospérité de son pays, au poète, à l'artiste dont les créations ornent la pensée, élèvent l'âme, charment l'esprit ou les sens, si enfin elle peut accorder des encouragements à la fidélité des vieux serviteurs envers leurs maîtres, nous sommes heureux de reconnaître que c'est à la générosité de Son Exc. M. le Ministre de l'Instruction publique, aux libéralités du Conseil général et du Corps municipal qu'elle doit de pouvoir remplir cette noble et belle mission. Que le premier magistrat de ce département, que le premier représentant de la cité veuillent bien recevoir ici, au nom de la Société dont j'ai l'honneur d'être l'organe, l'expression de ses sincères remercîments, l'assurance de sa profonde gratitude. Grâce à ce sympathique et généreux concours, la Société Impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, peut poursuivre sa tâche, toute d'abnégation aux intérêts matériels, toute de dévouement aux progrès intel-

lectuels et moraux, et, fidèle aux traditions que lui rappellent son nom et son passé, continuer à entretenir et répandre autour d'elle le culte de l'honnête, de l'utile et du beau.

La parole est ensuite donnée à M. Guiraudet, Secrétaire-général, chargé de présenter le compte-rendu des travaux de la Société pendant l'année 1862.

Messieurs,

Je n'ai jamais mieux senti ce que peut être l'embarras des richesses qu'en me préparant à accomplir la tâche imposée par le règlement au secrétaire-général, celle de vous présenter un tableau d'ensemble des travaux de notre Société, tant des efforts individuels de nos confrères pour faire fleurir les lettres ou reculer les limites de la science, que des efforts collectifs de la Compagnie pour poursuivre son œuvre de progrès et de moralisation.

La liste est si longue des communications de nos confrères, la quantité est si grande des faits nouveaux et intéressants qu'elles renferment, que, sous peine d'être par trop étendu, mon tableau devra se réduire à une esquisse bien rapide et bien décolorée. L'aridité d'une pareille nomenclature est une nécessité que je subis avec vous, Messieurs, et nous ne devons nous en prendre qu'à l'incessante activité de nos confrères, et au zèle fructueux qu'ils déploient à grossir le trésor de l'intelligence humaine et à en éclairer toutes les parties.

Comme il convient, Messieurs, donnons le pas aux lettres. Quelque éclat que jettent les sciences en notre siècle, tout admirables que soient leurs applications, il n'est pas ici nécessaire de rappeler que le goût et le sentiment du beau, qui sont comme

les fruits de la culture des lettres, forment le plus bel apanage de notre pays, sont, après tout, le plus solide fondement de son influence intellectuelle et même de sa prospérité commerciale. La Société des sciences et arts de Lille a de tout temps pris à honneur de maintenir bien haut le drapeau des études littéraires et historiques, d'en propager le goût par ses exemples et ses encouragements : les travaux de nos confrères montrent bien que cette noble préoccupation ne les a point abandonnés.

La poésie, cette expression la plus élevée des sentiments humains, a eu parmi nous pour interprètes M. Delerue, le fabuliste si connu, dont les naïfs et piquants apologues font depuis longtemps l'ornement de nos mémoires, et M. Deplanck, qui a plus d'une fois charmé nos réunions par ses poésies pleines de cœur et d'esprit. Que ne suis-je l'un pour vous en parler, que ne suis-je l'autre pour vous les faire entendre ?... Je dois encore citer M. Deltombe, le poète lauréat dont le nom a été si souvent proclamé dans cette enceinte, et qui, maintenant notre confrère par droit de conquête, nous tient encore sous le charme de ses vers harmonieux.— Dans mon insuffisance à vous parler d'œuvres que je ne pourrais toucher sans les déflorer, je me vois forcé de vous renvoyer pour les lire à nos publications. Poésie.

M. Hinstin nous a fait faire la plus charmantë des excursions : un voyage à Athènes, avec Horace pour compagnon. Il a recherché, dans Horace et ailleurs, des traits épars pour faire revivre l'image du poète en cette ville des lettres, du goût et des plaisirs, alors qu'il y était venu achever son éducation poétique, et puiser, comme à la source, ce souffle délicat de la muse grecque dont en effet il semble avoir seul hérité. Histoire.

M. Derode, l'un des anciens membres de la Société, qu'elle a eu le regret de voir s'éloigner de Lille, nous a lu un fragment

d'un travail historique qu'il prépare sur l'enseignement à Lille avant la Révolution française.

M. Chon nous a donné la suite, trop longtemps désirée, de son *Essai sur Georges Washington.*

Enfin, M. Dupuis a consigné dans nos mémoires une étude très-importante sur Auger de Bousbecque, qui fut ambassadeur de l'empereur Ferdinand près du sultan, au milieu du XVIe siècle. Rien n'est plus intéressant que la correspondance intime et les observations de ce diplomate lettré, grand connaisseur en fait d'hommes comme en fait d'art. Il rapporta de son ambassade un traité de paix et... le lilas, ce charmant arbuste. Le lilas trône dans nos jardins depuis trois siècles : qu'est devenu le traité?

Beaux-Arts. Bien que les productions des beaux-arts se présentent sous une forme moins académique, bien que ceux de nos confrères qui les cultivent n'en puissent pas faire l'objet de communications officielles, MM. Colas et Benvignat pour la peinture, M. F. Lavainne pour la musique, n'en contribuent pas moins à augmenter l'éclat et le renom de notre Société. Ils propagent autour d'elle, par leurs savantes leçons comme par leurs œuvres, le goût si précieux des arts ; et leur réputation a depuis longtemps franchi l'enceinte de nos murs. Les expositions ont fait connaître au loin le talent de nos confrères, et plusieurs des œuvres de M. Lavainne sont accueillies tous les jours à Paris avec une faveur qui s'attache bien rarement au nom d'un compositeur étranger à ce grand foyer des arts.

Sciences morales. Passons à la partie scientifique des travaux de notre Compagnie.

Les sciences morales et économiques l'ont occupée à plusieurs reprises. M. Eschenauer, dans *Une Visite au philosophe Schelling*, a combattu le panthéisme, en s'appuyant sur le témoignage de son plus illustre représentant, éclairé par l'expérience.

M. Aimé Houzé de l'Aulnoit, dans un travail sur les logements d'ouvriers, écrit à l'occasion de la cité Napoléon, a examiné quelles sont les raisons d'être, dans une grande ville, quels sont les avantages d'une pareille fondation, et il a recherché les conditions réellement pratiques de l'établissement d'une cité ouvrière.

M. Chrestien, poursuivant son œuvre statistique, nous a communiqué un mémoire sur le mouvement de la population de la ville de Lille pendant l'année 1860. Ce mémoire emprunte un grand intérêt de cette circonstance, qu'il présente un véritable état de situation de la population lilloise au moment précis de l'agrandissement de Lille.

Mathématiques

Je dois me borner à vous indiquer seulement les titres des divers travaux qui forment notre contingent mathématique C'est un mémoire de M. David, professeur à la Faculté des Sciences, sur l'intégration des équations différentielles linéaires : un autre mémoire, du même auteur, sur la théorie générale des développantes : un Aperçu historique sur l'origine et les progrès du calcul des variations, par M. Guiraudet, professeur à la Faculté des Sciences ; enfin un mémoire sur les courbes du troisième ordre par M. Painvin, membre correspondant.

Physiologie.

La physiologie animale a été de la part de M. C. Dareste, professeur à la Faculté des Sciences, l'objet d'une série de travaux nombreux et très-importants. Notre confrère s'est principalement occupé de la production artificielle des monstres. C'est là, penserez-vous peut-être, un singulier sujet de recherches : mais il est facile d'en comprendre tout l'intérêt. — La comparaison, a dit Cuvier, est le procédé le plus fécond pour l'avancement de l'histoire naturelle ; le meilleur moyen de connaître le rôle et le mode de développement d'un organe, c'est de l'étudier dans les circonstances les plus diverses, afin d'exa-

miner quelles modifications il en reçoit. L'étude des monstres naturels est donc comme l'étude d'expériences préparées par la nature, et le génie de Geoffroy Saint-Hilaire en a su tirer des résultats admirables. M. Dareste s'est proposé, non plus de saisir au passage des expériences naturelles, mais d'en établir lui-même de toutes pièces en étudiant les circonstances qui donnent lieu à ce développement anormal de certains organes, que nous appelons monstruosité. Après de longs et patients travaux, poursuivis depuis plus de dix ans, il est arrivé à des résultats généraux d'une très-grande importance. Au reste, Messieurs, mon appréciation personnelle serait de bien faible valeur après l'éclatante distinction dont notre confrère vient d'être l'objet. Je suis heureux de vous annoncer que les travaux de M. Dareste viennent d'être couronnés par l'Institut. C'est là un de ces triomphes mémorables que la Société des sciences, que la Faculté de Lille sont fières d'enregistrer dans leur annales.

La physiologie végétale a continué à faire le sujet des investigations patientes et fructueuses que depuis près de quinze ans notre confrère M. Corenwinder dirige avec persévérance sur le mode de nutrition et de développement des végétaux. Il nous a donné la suite de ses recherches sur la migration du phosphore dans les végétaux ; maintenant il porte ses efforts plus spécialement sur l'assimilation du carbone. Arrêté longtemps par l'imperfection des méthodes analytiques connues, il a dû imaginer, en vue de ses recherches, une méthode de dosage de l'oxyde de carbone, laquelle, infiniment plus sensible, lui a permis d'arriver à des résultats importants. Quoique ses recherches ne soient pas encore terminées, il nous a communiqué quelques faits essentiels déjà recueillis, par lesquels il a corrigé certaines erreurs commises par ses devanciers.

Chimie appliquée.

De la chimie appliquée aux opérations de la nature à la chimie appliquée aux divers besoins de l'homme il n'y a qu'un pas :

franchissons-le et nous rencontrerons les travaux de MM. Girardin et H. Violette.

M. Girardin, professeur et doyen de la Faculté des Sciences, s'est inspiré surtout de sa sollicitude éclairée pour les besoins immédiats de notre pays. Il a recherché quelle est et jusqu'où s'étend l'influence délétère, exercée par la présence des conduites de gaz sur les plantations voisines ; question très-intéressante pour notre cité dont les boulevards futurs devront bientôt se garnir à la fois d'arbres et de candélabres. Il a examiné les qualités hygiéniques et industrielles des eaux fournies par la Lys, le canal de Roubaix et les forages poussés à diverses profondeurs dans la ville de Roubaix, établissant la supériorité incontestable, à tous les points de vue, des eaux de la Lys sur toutes les autres eaux pouvant servir à l'alimentation de cette ville industrieuse. Il a étudié la valeur d'un procédé proposé pour empêcher que les cours d'eaux ne soient infectés par les résidus provenant des dégraissages de laine. Enfin il a publié une série d'observations relatives aux usages techniques de l'arsenic.

M. H. Violette a fait connaître, en les mettant généreusement dans le domaine public, des appareils imaginés par lui dans le but de rendre à la fois beaucoup plus profitable et beaucoup moins dangereuse l'extraction de l'essence et des produits résineux qu'on retire du suc brut des sapins dans les pays de landes. Ces appareils ont déjà reçu la sanction de l'usage industriel.

Chimie générale.

Venons enfin, Messieurs, à celui de nos travaux qui était destiné à produire et qui a produit en effet la plus vive sensation, à celui qui forme incontestablement, pour cette année, le plus beau fleuron de notre couronne. Je veux parler de la découverte par notre confrère et président M. Lamy, professeur à la Faculté des Sciences, d'un nouvel élément, d'un nouveau métal, le *Thallium*. — Permettez-moi d'entrer ici dans quelques détails, la question

est intéressante, comme vous le verrez, à plus d'un point de vue.

Chacun de vous sait, Messieurs, que la lumière blanche, qu'elle provienne soit du soleil, soit de toute autre source lumineuse, n'est point une lumière simple. Elle est formée de la superposition de diverses lumières individuellement colorées. Et quand on reçoit un faisceau de lumière blanche sur certains appareils, fort simples d'ailleurs, on peut séparer ces différentes lumières qui la composent; de sorte que, au lieu d'un petit espace éclairé en blanc, on en a un très allongé en un sens et présentant en ses différents points diverses colorations. Cette image, ainsi irisée des nuances les plus brillantes de l'arc-en-ciel, porte dans le langage des savants le nom quelque peu bizarre de spectre, de spectre lumineux. L'expérience a montré que les lumières provenant des diverses sources lumineuses ne produisent pas des spectres identiques. Si on décompose successivement ainsi la lumière du soleil, celle des différentes étoiles, la lumière électrique, celle des différentes flammes, on reconnaît qu'elles ne sont pas composées de même.

Il y a quelques années, en étudiant ces faits curieux, deux savants allemands, dont les noms sont désormais illustres, MM. Bunsen et Kirchkoff, eurent l'idée d'étudier les propriétés qu'acquiert une même flamme, quand on y introduit différentes substances métalliques. Et ils arrivèrent, après de longs travaux, à ce fait capital, que la qualité spéciale de la lumière émise par une flamme est en relation nécessaire et constante avec la nature des éléments métalliques qui y ont été introduits. En sorte, Messieurs, que si on suppose des études préliminaires suffisantes, on pourra dire après inspection de la lumière émise par une flamme, quels sont les métaux qu'elle contenait. — Il y a là, vous le concevez, le germe d'une nouvelle méthode d'analyse chimique, méthode nouvelle autant que singulière, et d'autant plus admirable qu'elle est d'une sensibilité dont rien n'ap-

proche, et qu'elle peut déceler des traces métalliques absolument inappréciables par tout autre moyen.

Les applications de cette nouvelle méthode ne se sont point fait attendre, et, pour ne vous en citer qu'une seule dont la grandeur vous frappera, nous pouvons maintenant affirmer (et cela ne tient-il pas du merveilleux?) nous pouvons affirmer, après examen de la lumière solaire, qu'il y a dans le soleil telle ou telle substance métallique, que telle ou telle autre ne s'y trouve pas ; par exemple, nous dirons avec certitude qu'il y a dans le soleil du fer et du cuivre, qu'il n'y a ni or ni argent, ni plomb. Je le répète, cela ne tient-il pas du merveilleux? Et en présence de pareils résultats ne se demande-t-on pas où va l'intelligence humaine, où sont les limites que le Créateur a posées à ses investigations ?

C'est en répétant ces admirables expériences, au mois d'avril 1862, que notre confrère M. Lamy reconnut dans un corps qu'il essayait l'existence d'une substance nouvelle, accusée par une disposition spéciale du spectre n'appartenant à aucun métal connu. Assuré dès lors qu'il y avait là un élément nouveau, il annonça sa découverte à la Société dans la séance du 2 mai; puis il rechercha le corps nouveau avec ardeur, parvint à l'isoler; et, à la séance suivante, le 16 mai, il en mettait sous nos yeux un magnifique échantillon. Ce corps, qu'il faudra désormais ajouter à la liste des corps simples, est un métal, un métal alcalin du groupe du potassium et cependant ressemblant beaucoup au plomb par ses apparences physiques et par sa forte densité; introduit dans une flamme il la colore en un vert magnifique. Ce n'est point ici le lieu de développer tout ce que ce métal paradoxal, comme on l'a nommé, présente de curieux; permettez-moi seulement de vous citer les paroles de M. Dumas : « Le thallium est destiné à faire époque dans l'histoire de la chimie par l'étonnant contraste qui se manifeste entre ses caractères chimiques et ses propriétés physiques. » C'est ainsi

qu'il s'exprime dans un rapport, conformément aux conclusions duquel l'Académie a fait au travail de M. Lamy le plus grand honneur qu'elle accorde à un mémoire : elle a ordonné l'impression de ce travail dans le *Recueil des savants étrangers.*

Pendant que tout ceci se passait à Lille, sous nos yeux, dans notre sein pour ainsi dire, puisque de séance en séance la Société était informée des progrès de l'enfantement du nouveau corps, la même découverte avait été entrevue, à notre insu à tous, depuis quelque temps en Angleterre.

Un chimiste anglais, M. Crookes, avait reconnu par le même procédé de l'analyse spectrale, dans un échantillon minéralogique, la présence du même corps; et, dans le courant de mars 1861, il avait annoncé ce fait important dans un journal qu'il rédige. Il avait fait plus, et, sans avoir vu ce corps, il lui avait donné un nom ; il l'avait appelé le *Thallium*. Seulement, ce thallium, dont il est le parrain, il ne lui fut pas donné de le préparer, et bien loin de le connaître, il avait publié que ce devait être un corps ressemblant au soufre. Néanmoins, M. Crookes mettait à l'Exposition Universelle quelques décigrammes d'une poudre noirâtre qu'il appelait du thallium, et qui n'en était en réalité qu'un composé fort impur.

Le 6 juin, M. Lamy, avisé de la priorité de la découverte de M. Crookes, arrivait en Angleterre, apportant avec lui le beau lingot de thallium qu'il avait montré à l'une de nos séances, et tous les savants de l'Europe, réunis à Londres, purent enfin croire au thallium annoncé par M. Crookes, dont l'affirmation corroborée par trop peu de faits avait rencontré plus d'un incrédule. — Avec une loyauté confiante, notre confrère montrait à M. Crookes le nouveau métal, lui en indiquait les propriétés qu'il connaissait déjà, lui en décrivait la préparation ; puis il revenait en France.

Quelques jours après, le 19 juin, M. Crookes présentait à la Société Royale de Londres un mémoire dans lequel il annonçait

que définitivement le thallium était un métal, auquel il attribuait précisément toutes les propriétés qu'avait énoncées M. Lamy en sa présence, allant même jusqu'à reproduire certaines erreurs échappées verbalement à notre confrère encore au début de ses études et qu'il a redressées depuis. — Or, c'est seulement le 23 juin, quatre jours après, que M. Lamy devait donner communication officielle de sa découverte à l'Académie des Sciences, en y montrant le thallium métallique : il avait annoncé son intention à M. Crookes lui-même. Donc, sans l'existence des procès-verbaux de la Société Impériale des Sciences de Lille, qui constatent les résultats obtenus antérieurement par M. Lamy, cette prise de possession assurait *légalement* au chimiste anglais la propriété complète d'une découverte qu'il a à peine entrevue.

M. Crookes avait-il donc fait mystère de ses connaissances, même en présence de la confiante expansion de M. Lamy? Ou bien devons-nous croire à une manœuvre déloyale? — Je défère à la conscience de tous le soin de choisir entre ces deux alternatives : mais il n'y en a point d'autre; et cela est si vrai, que c'est dans la première supposition que se réfugie aujourd'hui M. Crookes, tout absurde qu'elle soit. A l'entendre, c'est pour réserver ses droits que, en face de presque tous les grands chimistes de l'Europe, il se laissait apprendre, sans protester, tout ce qu'il savait : c'est aussi pour réserver ses droits que, ayant un lingot de thallium fondu, il se contentait d'offrir au public et à la 2me classe du jury international un peu de poudre d'aspect équivoque, au risque de laisser nier sa découverte.

Laissons cela, Messieurs, il n'y a rien là de sérieux. — Aujourd'hui c'est un procès jugé, et l'arrêt vient d'en être prononcé devant l'Institut par la parole éloquente et lucide de M. Dumas. A M. Crookes le mérite d'avoir annoncé l'existence du thallium; à M. Lamy l'honneur d'avoir isolé et fait connaître le thallium lui-même. La Société des Sciences peut désormais s'enorgueillir

à bon droit d'un nouveau titre de gloire, en même temps qu'ici nous sommes heureux d'applaudir au succès d'un confrère et d'un ami.

Je vous demande pardon, Messieurs, d'avoir si longuement insisté sur un fait particulier. Mais, non-seulement j'avais à vous exposer une brillante découverte; il s'agissait encore de défendre l'un de nous contre d'audacieuses prétentions; il s'agissait de défendre un bien de famille: enfin j'ai pensé que vous verriez peut-être sans peine réprimer, au moins une fois, cet esprit d'envahissement jaloux qui pousse trop souvent nos voisins à accroître, sans trop s'inquiéter de la légitimité des moyens, la liste déjà si longue des possessions anglaises.

Encore quelques mots, Messieurs, et je finis. Mais il ne m'est pas permis de laisser de côté les travaux collectifs de notre Compagnie. Elle ne se contente pas de réunir par un lien constant des hommes dévoués à la science : elle a cherché à employer toute son influence et son initiative à concourir d'une manière encore plus directe aux progrès autour d'elle des études scientifiques, industrielles et artistiques. Elle a donné plus d'une preuve de dévouement à la cité, et ce dévouement s'est manifesté sous toutes les formes.

Musées. Elle a créé plusieurs Musées ou collections, je pourrais presque dire tous les Musées qui existent à Lille, sauf le musée de peinture : et plusieurs sont encore sous sa direction.

En première ligne se trouve le musée Wicar, cette admirable collection que le Louvre nous envie, qui avait été léguée en toute propriété par Wicar à la Société, et dont, par une munificence digne d'un souverain, elle a fait un don gratuit à la Ville, ne se réservant que l'honneur et les soins de la conservation. Cette collection, administrée exclusivement par une com-

mission élue dans notre sein, s'est encore enrichie de divers dons faits à la Société. Et pour la première fois, cette année, la Commission du legs Wicar a pu réaliser complètement la volonté du testateur, et faire profiter les jeunes artistes lillois des pensions léguées par lui, et complétées par la munificence du corps municipal. Dès aujourd'hui deux pensionnaires travaillent à Rome : espérons qu'ils rendront un jour à la cité, en honneur et en renom, les bienfaits dont elle aura été si prodigue à leur égard.

Dans une région moins élevée et plus pratique, le Musée industriel, une de nos créations récentes, est appelé à rendre de grands services, comme l'ont également bien compris l'administration de notre ville et celle du département. La sollicitude éclairée de la municipalité, qui nous a donné tant de preuves de son bon vouloir et de sa générosité, l'a doté cette année d'un local mieux approprié à ses accroissements et au nombre de ses visiteurs. Il y a été transporté et installé par les soins de la commission spéciale, et je suis chargé d'exprimer publiquement les remerciments de la Société à cette commission et tout particulièrement à M. Bachy.

Le Musée Numismatique continue à s'enrichir. Les accroissements qu'il a reçus ont nécessité un nouveau classement, dont s'est chargé un de nos confrères, M. Van Hende, de la commission d'archéologie.

Ecole des chauffeurs.

Le cours fondé par la Société il y a cinq ans, en faveur des ouvriers chauffeurs et mécaniciens, a continué à être fait régulièrement : nous aurons tout à l'heure à constater les résultats obtenus.

Documents historiques.

Enfin, Messieurs, notre Compagnie, dans son zèle à contribuer aux progrès des études historiques, n'a pas reculé devant les

difficultés, et peut-être les dangers, qu'il y avait à entreprendre, par ses seules ressources et sans secours aucun, une publication considérable. Elle a décidé et mis en cours d'exécution l'impression d'un *Inventaire analytique des chartes de la Chambre des comptes*, c'est-à-dire d'une analyse détaillée de la partie sans contredit la plus précieuse des précieuses archives de notre ville. Cette impression touche à sa fin, et la commission nommée à cet effet travaille à rediger les tables. — Nous rencontrons ici encore une fois le zèle infatigable et le dévouement de ce benédictin lillois qui s'appelle M. Le Glay, occupé à ériger à la science et à la gloire de notre cité un monument historique dont l'achèvement est attendu avec impatience par tous les érudits du monde savant.

Ma tâche est terminée, Messieurs, je n'ose dire accomplie. Puissé-je vous avoir fait entrevoir quelle est la variété et l'étendue des travaux de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts ! Puissé-je, au milieu du fracas des affaires, au milieu du bouillonnement industriel qui anime notre cité, vous avoir fait comprendre que le mouvement intellectuel, pour être moins bruyant, n'y est point inférieur. Je serais heureux de penser que, sous ce rapport du moins, j'ai accompli ma tâche.

Après ce rapport, le Cercle orphéonique exécute un morceau de chant.

M. Girardin, Rapporteur, a la parole pour rendre compte, au nom des Commissions des sciences appliquées et de médecine, des résultats des concours et des propositions de récompenses faites par ces Commissions et sanctionnées par la Société.

Messieurs,

Une des meilleures attributions des Sociétés savantes, c'est de faire naître et de propager autour d'elles, souvent dans un rayon beaucoup plus étendu qu'on ne le suppose généralement, une vivifiante émulation en faveur de ces études scientifiques qui reculent incessamment les bornes du connu, dégagent la vérité des erreurs qui l'obscurcissent, et aboutissent finalement, plus tôt ou plus tard, à des applications heureuses dont le plus grand nombre profite, sans se douter de la source d'où elles émanent.

C'est au moyen des recherches qu'elles provoquent, par leurs concours annuels, dans le champ si vaste de l'observation et de l'expérience, en signalant aux esprits intelligents les points douteux, les lacunes encore trop nombreuses que présentent les connaissances actuelles ; c'est par les encouragements qu'elles décernent spontanément à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont résolu quelque problème intéressant, ou amélioré les conditions matérielles au milieu desquelles l'humanité s'agite et progresse, que les Sociétés savantes manifestent l'influence qu'elles exercent sur les sciences et sur les arts, sur les savants et sur les peuples. S'il est vrai de dire que les hommes de génie, seuls, peuvent produire les idées mères, il est également vrai de dire que les Sociétés savantes, à l'aide d'une méthode sûre et prudente, éclaircissent, développent et popularisent ces conceptions fécondes.

La Société impériale des Sciences de Lille, pas plus que ses autres sœurs des départements, ne manque à ce mandat volontaire, et chaque année elle a soin de vous apprendre, Messieurs, dans sa séance publique, les résultats de ses efforts dans cette direction. C'est pour continuer la chaîne de ses traditions que je vais avoir l'honneur de résumer, devant vous, les rapports des

diverses Commissions qu'elle avait chargées de rechercher ceux de nos concitoyens, ou les savants étrangers, qui pouvaient prétendre aux distinctions honorifiques proposées pour le concours de 1862.

I. **Sciences appliquées** [1]. Dans son programme des prix relatifs aux sciences appliquées, la Société Impériale avait mis au concours la *construction d'un compteur à vapeur, c'est-à-dire d'un appareil mesurant la quantité et la pression de la vapeur qui passe par un tuyau communiquant avec un générateur.*

Sur ce point si important de la mécanique usuelle, il ne nous est parvenu qu'un seul mémoire, portant pour épigraphe : *Le génie de l'homme s'élève avec le temps qui tout renverse.* Malheureusement l'auteur ne nous a offert que l'image confuse d'une conception purement spéculative ; la théorie de l'appareil n'est pas démontrée ; les procédés d'exécution ne sont nullement indiqués.

La Société avait encore demandé de *perfectionner l'indicateur de Watt de manière à rendre le tracé des diagrammes plus régulier et plus facile.*

Un seul mémoire a été envoyé. Il a pour épigraphe cette phrase de l'illustre Watt : *Pour peu que mon domestique me contrarie, je me fais apporter mon déjeûner par la vapeur.*

Le procédé de l'auteur pour attacher et dégager, pendant la marche, la ficelle qui lie l'indicateur de Watt au piston de la machine est peu pratique et n'a pas, d'ailleurs, reçu la sanction de l'expérience. Quant au nouvel indicateur qu'il propose, c'est encore, à l'état d'embryon, une pure conception de l'esprit ; l'appareil en projet n'est pas étudié avec assez de soin pour en permettre l'exécution aux hommes du métier.

[1] La Commission était composée de MM. J. Girardin président, Lamy, H. Violette, Guiraudet et Mathias, rapporteur.

II. **Sciences médicales** [1]. Quand un médecin est appelé à lutter contre une maladie, il ne lui suffit pas d'en connaître la nature, d'administrer les médicaments propres à en paralyser les effets, il doit surtout savoir à quel moment il est opportun de confier aux forces seules de l'organisme le soin de la convalescence.

Ne pas dépasser le but qu'on veut atteindre n'est pas moins important que le choix des remèdes. L'esprit de systématisation, l'ignorance dans laquelle on est encore de l'action de certaines substances, la distinction si difficile à établir entre les troubles thérapeutiques et pathologiques, sont autant de causes qui peuvent égarer le praticien.

Aussi la Société a-t-elle cru rendre un grand service au corps médical et ouvrir une voie nouvelle à l'art de guérir en attirant l'attention des travailleurs sur la question suivante :

1° *Faire connaître les accidents dus à une diète prolongée, et les distinguer de ceux propres à la maladie ;*

2° *Rechercher les troubles imprimés à l'organisme par suite de l'emploi exagéré des médications altérante, antiphlogistique, purgative et vomitive.*

La Société ne s'était pas trompée sur la nécessité des nouvelles études que comporte un sujet qui, malgré son utilité, n'avait jamais été traité d'une manière spéciale, puisque quatre mémoires lui ont été adressés. Mais deux d'entre eux, n'étant parvenus que longtemps après le terme fatal fixé par le règlement, se sont trouvés exclus du concours. Nous regrettons vivement que les concurrents se montrent si peu soucieux d'observer les conditions impératives du programme. Ces conditions ne sont pas arbitraires ; elles ont leur raison d'être dans le laps de temps réclamé par les Commissions pour étu-

[1] La Commission était composée de MM. Cazeneuve, Chrestien et Houzé de l'Aulnoit, rapporteur.

dier, comparer et juger, avant le jour de la séance solennelle, les productions qui leur sont renvoyées.

Voici les jugements portés par la Commission de médecine et sanctionnés par la Société sur les deux seuls mémoires qui aient pû être examinés.

Le mémoire portant pour épigraphe : « *Labor improbus omnia vincit,* » est aride et très-incomplet. On y trouve les opinions de quelques auteurs, mais pas assez souvent celle du concurrent. Sa pratique aurait dû lui fournir des faits intéressants pour répondre à la question. Il n'a pas su tirer parti des découvertes modernes, si nombreuses, en physiologie, en chimie et en thérapeutique.

En somme, ce travail est insuffisant et nullement à la hauteur de la science.

La Société est heureuse de n'avoir pas à formuler une appréciation aussi sévère à l'égard du mémoire qui a pour épigraphe: « *Rien de trop.* »

Si son auteur n'eût pas omis de traiter la première partie de la question, on n'aurait eu que des éloges à lui adresser et une médaille d'or eût été la récompense de ses efforts et des sérieuses qualités de son travail.

Dans ses recherches sur les troubles imprimés à l'organisme par l'emploi exagéré des médications altérante, antiphlogistique, purgative et vomitive, il fait preuve de savoir, d'expérience et de jugement. Son cadre est bien conçu; sa rédaction est nette et concise; ses appréciations révèlent un esprit qui s'est perfectionné à l'école de l'observation, aussi n'hésite-t-il pas à discuter les opinions émises par les hommes les plus accrédités et à montrer ce qu'elles ont d'exagéré, par conséquent de nuisible.

La Société, reconnaissant tout le mérite de cette production

qui répond d'une manière complète à la deuxième partie de la question complexe posée par elle, accorde à son auteur une *médaille de vermeil*. Elle déclare, en outre, que s'il consentait à traiter, d'une manière aussi élevée, la première partie qu'il a négligée, elle s'empresserait d'insérer son mémoire dans le recueil de ses Actes.

L'ouverture du billet cacheté, annexé au manuscrit portant pour épigraphe « *rien de trop*, » a révélé que le lauréat est M. le docteur Achille Chabrier, chef interne à l'hôpital d'Aix (Bouches-du-Rhône).

III. **Encouragements en-dehors des Concours** [1]. La Société va souvent, je vous l'ai déjà dit, Messieurs, au devant de ces hommes de progrès qui, par trop de modestie, ne viendraient pas spontanément solliciter ses jugements et ses récompenses. Cette année, elle est heureuse d'avoir à vous signaler, comme bien méritants, deux professeurs du collége d'Avesnes et un vétéran de notre industrie lilloise. Laissez-moi vous dire en quelques mots ce qui a provoqué ses déterminations à leur égard.

Hygiène et salubrité publique. Un grand nombre d'usines, dans les environs d'Avesnes, se livrent au travail de la laine; mais avant de la soumettre aux diverses opérations qui doivent la convertir en fils ou en tissus, elles sont obligées de la débarrasser par des lavages de la matière grasse (suint), des terres et des ordures qui la souillent. Les eaux chargées de ces matières organiques, si faciles à se putréfier, étaient naguère rejetées telles quelles dans la *Petite-Helpe*, et avaient rendu cette rivière tout à fait impropre aux usages domestiques.

[1] La Commission était composée de MM. J. Girardin, président, Lamy, H. Violette, Guiraudet et Mathias, rapporteur.

MM. Tellier et Bourgeois, régents au collége d'Avesnes, ont fait adopter un procédé très-simple de purification pour ces eaux grasses. Il consiste à les faire passer sur des *magmas d'alumine* ou sur des *cendres noires vitrioliques* que la Picardie livre au commerce en grandes quantités et à bas prix. Au bout de quelques heures de contact, toutes les matières étrangères sont précipitées; les eaux décantées s'écoulent dès-lors limpides et presque inodores.

Les résidus solides, provenant de ce traitement, sont moulés en forme de briquettes et servent ensuite, concurremment avec la houille, à la production du gaz d'éclairage.

Après les travaux déjà anciens de d'Arcet et de Houzeau-Muiron de Reims, dans la même direction, on ne peut attribuer au procédé dont il s'agit un caractère absolu de nouveauté. Mais il n'est pas moins vrai que MM. Tellier et Bourgeois ont acquis des titres réels à la reconnaissance de leurs concitoyens par une application heureuse qui concilie deux intérêts puissants, trop souvent opposés, l'industrie et la salubrité publique.

La Société considérant, en outre, que ces Messieurs, loin de tirer parti, par un brevet, du résultat de leurs recherches, ont fait généreusement au domaine public l'abandon de leurs droits, décerne à chacun d'eux une *médaille d'argent*.

Industrie. Il y a à Lille, depuis 28 ans, un fondeur en cuivre, homme modeste, qui est l'un des auxiliaires les plus utiles de l'industrie linière et qui, à son heure, est venu la débarrasser des entraves qui empêchaient alors son installation définitive dans notre ville.

Le doyen des filateurs de lin, M. Scrive-Labbe, nous apprend que lorsqu'en 1835, il entreprit de réunir le matériel dont il avait besoin, il s'adressa vainement aux meilleurs fondeurs de cuivre pour en obtenir les pièces indispensables à ses métiers. Il allait, après deux années d'infructueux efforts, s'adresser à

des constructeurs de Paris, lorsque M. Valdelièvre, nouvellement arrivé à Lille, s'offrit et réussit immédiatement à livrer des pièces parfaites.

C'est donc à cet habile fondeur que l'honorable M. Scrive reconnaît devoir la réussite de sa patriotique entreprise.

Depuis cette époque, la construction des métiers à filer le lin s'est développée, mais M. Valdelièvre figure toujours au premier rang de cette spécialité. Dans beaucoup d'autres branches de son art, il a su se rendre, non-seulement utile, mais indispensable, ainsi que le déclarent volontiers un grand nombre de chefs d'usines.

La Société croit donc se rendre l'interprète de la reconnaissance de tous, en décernant à M. Valdelièvre, une *médaille de vermeil.*

M. le Président de la Société invite MM. Tellier et Bourgeois, M. A. Chabrier et M. Valdelièvre à venir recevoir les récompenses que leur a décernées la Société.

M. de Melun, Rapporteur, a la parole pour rendre compte, au nom de la Commission de littérature et d'histoire, des résultats fournis par les concours littéraires pour 1862 et des propositions de récompenses faites par cette Commission et sanctionnées par la Société.

Messieurs,

L'année dernière, à pareille époque, lorsque j'avais l'honneur de vous rendre compte du concours de poésie, je me félicitais avec vous du succès toujours croissant de vos solennités et je constatais, avec une satisfaction que vous partagiez tous, l'heu-

reuse alliance qui, sous vos auspices, se manifestait entre les diverses branches des connaissances humaines. Quoique la nature de vos travaux semble tendre plus particulièrement au développement des sciences positives, les études littéraires, cet instrument puissant de civilisation, dont votre secrétaire-général, joignant l'exemple au précepte, nous a si bien fait apprécier, tout-à-l'heure, la favorable influence, ont pris dans ce pays, grâce à vos encouragements, un remarquable essor. Plus les besoins du commerce et de l'industrie provoquent au milieu de nous l'application de nos facultés aux forces naturelles, plus il convient de transporter quelquefois les âmes dans une autre région. Les muses reposent et charment nos esprits fatigués des soins de la terre.

Cette année, Messieurs, votre appel à la poésie a encore été entendu par de nombreux concurrents. Cinquante-deux pièces de vers ont été soumises à votre examen. Si nous n'avons pas à vous proposer de décerner une médaille d'or, obtenue au précédent concours par un lauréat que nous sommes heureux de compter parmi nos confrères, du moins nous avons rencontré chez le plus grand nombre, d'heureuses dispositions, une certaine facilité, qui, à l'aide du travail, seul véritable élément de succès, conquerront bientôt vos couronnes. Sauf deux pièces, qui auraient mérité un blâme sévère, mais dont nous ne parlerons pas dans un jour consacré aux éloges et aux récompenses, toutes annonçaient de nobles sentiments. Cicéron définissait l'orateur, l'honnête homme habile dans l'art de bien dire, *vir bonus dicendi peritus:* le poète, l'homme inspiré, l'interprète du ciel ne doit jamais parler que le langage de l'honneur et de la vertu.

Parmi les candidats dont plusieurs sont à leurs coups d'essai et que nous engagerons non pas à quitter une plume encore inexpérimentée, mais à développer, par de généreux efforts le germe poétique qui se manifeste dès leurs débuts, nous en avons distingué deux; leurs œuvres, écrites d'une main plus exercée,

sans avoir obtenu la palme, méritent une mention particulière Elles ont pour titre : *l'Hymne au Matin* et *la Vapeur.*

Dans le premier, le style ne manque ni de pureté ni d'élégance, il présente le caractère religieux que comporte le sujet. Il est à regretter que l'auteur n'ait pas assez puisé dans son propre fonds et qu'il n'ait pas ainsi rencontré dans une matière souvent exploitée, mais toujours féconde, quelque pensée nouvelle qui imprime à son œuvre un cachet d'originalité.

Le second offre de la force, de la verve, de la véritable poésie ; les idées abondent. Pourquoi faut-il que le poète se pénétrant peut-être trop de son sujet, se soit entouré de nuages qui obscurcissent son horizon et cachent souvent le but vers lequel il marche. Rappelons lui le précepte si connu et cependant trop oublié, de *l'Art poétique.*

> Selon que notre idée est plus ou moins obscure
> L'expression la suit ou moins nette ou plus pure
> Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement.

Un troisième concurrent nous a adressé trois pièces de vers : *A l'Irlande, la Promenade humouristique* et *Fragment d'un poème iambique.*

Ces ouvrages révèlent de l'imagination, un style brillant ; plusieurs passages, au milieu de quelques incorrections, annoncent un talent réel et nous n'aurions pas hésité à admettre l'auteu r parmi vos lauréats, si une partie de *La Promenade humouristique* n'avait pas été imprimée sous son nom, dans un journal littéraire du département. Cette circonstance est, d'après le texte de vos programmes, un motif absolu d'exclusion du concours et force votre commission, à son grand regret, d'ajourner l'auteur à l'année prochaine où, nous l'espérons, il vous réservera les prémices d'une nouvelle œuvre que vous serez heureux de récompenser.

Nous arrivons, Messieurs, aux ouvrages qui, à nos yeux,

doivent être couronnés. Le premier est intitulé *l'Oiseau*. Sous ce titre modeste l'auteur chante une grande chose, la liberté; cette liberté dont le nom a été si souvent invoqué en ce monde, dont la perte ou la conquête ont fait verser tant de larmes et de sang; qui a été l'occasion des plus grands crimes comme des plus sublimes vertus, mais qui, malgré ses erreurs et ses excès, a de tout temps fait palpiter les nobles cœurs. Ici il ne s'agit pas de Spartacus brisant ses fers ou du meurtrier de César, expirant dans les champs de Pharsale, il s'agit de la mort d'un petit oiseau. Mais cet oiseau est martyr de sa haine contre l'esclavage. *Ingentes animos angusto in pectore versat*, comme le dit l'épigraphe de l'auteur. Ne craignez pas cependant que le poète abusant de son privilége, ait revêtu son héros de la toge romaine et prêté à l'humble volatile le discours de Caton se déchirant les entrailles. Non, la grâce et le sentiment, sans exclure quelques fortes pensées, font le charme de cet apologue que dénoue la main d'une aimable enfant en rendant à la liberté les captifs qui ont survécu.

L'auteur plaint d'abord ces petits oiseaux, éclos sous la même ramée, et que la glu de l'oiseleur surprit à leur second printemps.

Dans la saison des fleurs, et des amours nouvelles,
Que je plains un captif, surtout s'il a des ailes,
Et si Dieu vers le ciel voulut qu'il prit l'essor.

Puis, il cherche à les consoler d'un esclavage qu'adoucira sa fille, *l'oiseau de la maison* :

Elle aussi, comme Dieu, vous donne la pâture,
Sa main pour vous choisit le grain, verse l'eau pure,
Et l'auget toujours plein touche au frais abreuvoir.
De la captivité vous dérobant l'image :
Ah! ces barreaux, dit-elle, ornons les de feuillage
Et peut-être sous l'ombre ils ne pourront les voir.

C'est en vain, l'un d'eux reste sourd à ces douces paroles.

Mais aux plus doux accents que murmurait ma bouche,
Il palpitait de crainte ou s'agitait farouche,
Et l'aile frissonnante, il frappait ses barreaux ;
Ongle et bec il s'usait d'étreinte et de morsure,
Tous ses coups pour lui seul étaient une blessure,
Mais contre l'esclavage il luttait en héros.

Epuisé d'efforts impuissants, l'oiseau semble s'endormir et déjà on le croit sauvé, lorsque le lendemain on le trouve,

Gisant, la plume hérissée,
Crispé, le bec rougi d'une écume glacée,
L'œil éteint, l'aile inerte..... il était affranchi.

Ici le poète fait de sérieuses réflexions sur :

Cette âme frivole
Qui s'attache au zéphir et fuit dès qu'il s'envole;
Mais se voit-il esclave, il expire indompté.

tandis que l'homme s'accoutume parfois si facilement à la perte de la liberté. Nous assistons alors à la lutte qui s'élève dans le cœur de la jeune fille, triste de la mort du petit oiseau, combattue entre la crainte de voir ses frères subir le même sort et le regret de les perdre immédiatement en leur ouvrant les portes de leur prison. Enfin la pitié l'emporte :

Le père ouvre la cage
Et lui met un oiseau tremblant dans chaque main.
Des sanglots dans la voix, des pleurs dans le sourire,
Elle tient les captifs, leur parle et les admire,
Puis, ouvrant les deux mains, s'écrie: Adieu, partez.
Un baiser fut le prix de cet effort sublime;
Oiseaux, bénissez-la, mais chantez la victime,
L'héroïque martyr qui vous a rachetés.

La seconde pièce est d'un tout autre genre, elle est intitulée ; *Henri IV et le Paysan*, et porte pour épigraphe la chanson po-

pulaire de *Vive Henri IV*. C'est le récit, dans un style naïf et parfaitement adapté au sujet, de la rencontre du bon Henri avec un paysan qui, sans le connaître, lui fait une leçon assez sévère, et trop bien méritée, sur ses galanteries.

Nous voyons d'abord le roi emporté par son ardeur pour la chasse.

Par une belle matinée,
C'était devers le mois de juin,
Avec le frais et la rosée,
Henri chassait à Saint-Germain.
Or, faut-il que je vous dise,
Qu'il aimait fort ce passe-temps,
Bien qu'il eut alors barbe grise,
Et qu'il frisât les cinquante ans ?
Pour s'y démener à sa guise,
En franc chasseur, preste et gaillard,
Il n'avait que la simple mise
D'un gentilhomme compagnard.
Le bruit, la fanfare éclatante,
Les cris de la meute écumante,
L'ont bientôt mis en bel entrain;
Le voilà donc à fond de train,
S'élançant de droite et de gauche,
Qui va, s'éloigne et tant chevauche,
Par le taillis et le fourré,
Qu'il se trouve enfin égaré.

Il rencontre sur la route un paysan du voisinage, et la conversation suivante s'établit entre eux :

Henri l'accoste et l'interpelle:
— Bonjour l'ami, quelle nouvelle
Par ce temps me conterez-vous?
La moisson paraît-elle bonne,
Et des raisins, en aurons-nous
De quoi chopiner à l'automne ?
A ce propos tout villageois,
Plein de bonhomie et d'aisance,
L'autre répond en son patois,
Sans malice et sans défiance :

— Merci Dieu, ça ne va pas mal,
La récolte est de belle mine:
Mais faut payer l'impôt royal,
Et voilà ce qui nous ruine.
— Quoi donc, l'impôt est onéreux ?
— Eh! eh! ça pourrait aller mieux.
— J'avais ouï dire, au contraire,
Que le Ministre d'aujourd'hui,
Sur la dépense était sévère,
Et l'on assure qu'avec lui,
Les commis ne s'engraissent guère.
— C'est possible, mais voyez-vous,
Pour mettre ensemble les deux bouts,
Le pauvre monde a fort à faire.
— Ventre saint gris! c'est grand malheur,
Pour un si florissant royaume!
Convenez pourtant, mon brave homme,
Que le roi dans son intérieur,
Se comporte en prince économe,
Et ne fait trop le grand seigneur;
Il vit à la bonne franquette,
Mêmement qu'on le prend parfois,
A le juger sur l'étiquette,
Pour un simple petit bourgeois.
— Oh! d'accord, dans son équipage
Notre roi met peu d'étalage:
Mais, jarni! c'est un grand coureur.

La-dessus, notre paysan lui reproche en termes assez nets ses galanteries un peu surannées, mais il convient

Qu'au demeurant il est bon diable,
Pas fier, aux pauvres gens affable,
Et tant seulement pour le voir
Il marcherait jusques au soir.

Henri accepte en riant dans sa barbe la verte leçon du bonhomme et finit par le prendre en croupe en lui proposant de lui faire voir le roi. Le paysan est enchanté, seulement il demande,

tout en chevauchant, comment il pourra le reconnaître au milieu de tant de seigneurs pimpants,

Mieux accoutrés que lui peut-être.

Rien de plus facile, chacun en sa présence,

Avec respect met chapeau bas,
Lui seul ne se découvre pas.

Bientôt nos voyageurs rencontrent un groupe de courtisans qui paraissent tout ébahis, mais s'empressent de se découvrir et de saluer.

Eh bien! sais-tu quel est le roi?
S'écrie Henri d'un ton caustique;
Le paysan vous lui réplique:
Da, monseigneur, c'est vous ou moi.
A ce mot, l'assistance entière
Partit de rire tout d'un trait,
Et Sa Majesté la première,
Qui des tirades du compère
A merveille se souvenait.
Sur l'heure, pour lui faire fête,
Elle l'exempta de l'impôt,
Et lui glissa dans la pochette
De quoi mettre la poule au pot.

L'auteur n'a fait que raconter une anecdote très-connue; mais il l'a fait avec une verve et un naturel qui, sans quelques incorrections, lui auraient fait obtenir la médaille de vermeil que nous réservons au premier concurrent.

En conséquence, la Société, sur la proposition de la Commission, composée de MM. Delerue, Deplanck, Chon, Hinstin et de Melun, décerne une *médaille de vermeil* à l'auteur de la pièce intitulée *l'Oiseau*, M. V. Faguet, professeur de seconde au lycée de Poitiers, et une *médaille d'argent* à l'auteur de l'anecdote *Henri IV et le paysan*, M. Clerc, à Saint-Omer.

La prose n'a pas été aussi féconde que la poésie. Trois ouvrages ont été envoyés au concours :

1° *Une Bibliographie lilloise ;*

2° *Un Essai philologique et littéraire*, en réponse à la question du programme relative au patois de Lille ;

3° Un travail historique intitulé : *Histoire des institutions communales et municipales de la ville de Roubaix. Annales civiles.*

La commission, en examinant la *Bibliographie lilloise*, s'est rappelée qu'au dernier concours la Société n'avait pas accordé de récompense à un travail du même genre dont la forme était trop imparfaite ; elle éprouve le regret de dire, cette année, que, malgré les recherches sérieuses auxquelles l'auteur de la nouvelle bibliographie s'est livré, le même défaut ne permet pas de vous proposer une distinction spéciale pour un travail qui, comme œuvre de patience et de bonne volonté n'a droit qu'à vos encouragements.

L'*Essai sur le patois de Lille* semble, au contraire, rechercher la distinction du style ; nous y rencontrons des tours heureux, des saillies spirituelles, mais souvent aussi le but est dépassé : il y règne une certaine affectation que le bon goût ne saurait admettre et qui enlève à l'ouvrage sa physionomie sérieuse. Malgré les promesses de l'introduction, l'écrivain, tout en répondant aux termes précis de la question posée dans le programme, l'a traitée dans le sens le plus étroit : la Société espérait un travail philologique, littéraire et historique sur l'idiôme du nord de la France. Le mémoire ne présente guères qu'une étude purement étymologique, presque un dictionnaire, dont la sécheresse est à peine sauvée par des tours d'esprit qui ne conviennent pas toujours au sujet. Nous avons le droit d'être exigeants envers l'auteur ; il possède très-bien le langage

qu'il analyse, il a des connaissances philologiques étendues. Qu'il traite la question d'une manière plus large et plus vraiment littéraire, il remplira toutes les conditions du programme; et la récompense différée, en faisant naître un ouvrage plus complet, aura rendu service au public et à l'auteur.

Dans l'*Histoire des institutions communales et municipales de la ville de Roubaix*, il serait difficile de ne pas reconnaître la continuation du mémoire qui, l'année dernière, sous le titre d'*Histoire des seigneurs et de la seigneurie de Roubaix*, a remporté la médaille d'or. Cette continuation est le digne complément d'une œuvre de mérite et nous y retrouvons les qualités solides signalées dans la première partie : science variée et sûre, patience infatigable dans les recherches, mise en œuvre habile et ingénieuse des découvertes faites dans les livres et les manuscrits, style facile et approprié au sujet. Après avoir retracé le tableau détaillé des institutions, l'auteur, sous le titre d'annales, raconte l'histoire politique de Roubaix depuis le XVe siècle jusqu'à nos jours ; il y consacre de nombreux chapitres qui intéresseront vivement les amateurs d'histoire locale. Un appendice sur les mœurs, le langage, sur l'histoire littéraire et sur les archives, complète cet important ouvrage.

La Société ne saurait assez approuver ce genre de travail qui, nous initiant, pour ainsi dire, aux détails de la vie intime de nos pères, nous fait mieux connaître la physionomie des temps passés, que ces histoires trop universelles, qui veulent tout embrasser et ne nous donnent souvent que le récit de quelques batailles et de quelques traités de paix, en nous laissant ignorer les mœurs, les sentiments de ceux qui y prirent part.

La Société a décidé qu'il serait fait un rappel de médaille d'or en faveur de M. Leuridan, auteur de l'*Histoire des institutions de la ville de Roubaix*.

Il me reste, Messieurs, la partie la plus facile de ma tâche,

car elle n'a pas besoin de développements et ne rencontrera pas de contradicteurs. La Société ne décerne pas seulement des prix aux auteurs qui prennent part à ses concours: elle s'est réservée, par un article formel de son programme, la faculté de récompenser les productions de tout genre qui ont fixé l'attention publique.

Dans ce cas, elle se fait l'interprète de l'opinion, et plus d'une fois elle a ainsi proclamé un nom déjà illustre. Mais jamais cette mission ne lui est plus agréable que lorsqu'elle rencontre parmi nos compatriotes un de ces talents aimables et corrects tout à la fois, apprécié du peuple comme des gens de goût, dont les accents pleins de saillie font naître le rire et savent en même temps flétrir le vice et émouvoir les cœurs.

Elle a aujourd'hui cette bonne fortune en couronnant des œuvres qui sont connues et aimées de la France entière.

On a dit, il est vrai, qu'il y avait quelques réserves à faire au sujet de certaines chansons. Vous savez, Messieurs, que, dans notre pays, la chanson a toujours eu de larges priviléges, on ne doit pas en abuser. Ce qui se chante à table n'est pas toujours bon à lire; mais ce qu'il faut lire, ce que tout le monde connaît et répète, ce sont les chefs-d'œuvre de grâce, d'esprit et de goût, et en même temps de rhythme et d'harmonie dus au poète et au musicien: car notre lauréat compose lui-même ces airs charmants qui ont autant de vogue que ses vers.

Nous ajouterons que l'un de ses ouvrages, intitulé *Une Idylle*, où la prose donne la main à la poésie, montre qu'il est passé maître *in utroque jure*.

Je regrettais, Messieurs, de ne pas savoir chanter quelques-uns de ces gais refrains que vous répéteriez tous en chœur, lorsque M. Nadaud a bien voulu adresser à la Société une pièce de vers inédite qu'il appelle modestement une chanson et qui nous a semblé un modèle de poésie. Vous allez en juger:

LE RUISSEAU.

Que dis-tu, ruisseau transparent,
En courant
Sur ton lit de sable et de pierre ?
Est-ce un chant, est-ce une prière
Que tes eaux s'en vont murmurant?

Tantôt, ta voix semble, plaintive,
Le bruit du vent dans les roseaux,
Tantôt, avec des cris d'oiseaux,
En jouant tu baises ta rive.

Quand, bien loin, vers d'autres climats
Tu t'en vas,
Vas-tu recueillir sur ta route
Les larmes que goutte par goutte
L'homme doit verser ici-bas?

Es-tu la sueur de la terre
Qu'agite un labeur incessant?
Viens-tu nous montrer en passant
Que la fatigue est salutaire?

Le ruisseau répond : J'ai ma loi,
Comme moi,
Tu suis ta pente involontaire;
Je ne sors du sein de la terre
Que pour y rentrer comme toi.

Je nais aux régions lointaines
Que parfume l'air des hauts lieux;
Ma source est voisine des cieux;
Mon poids me pousse vers les plaines.

Parmi les cailloux arrondis,
Je bondis
Rapide comme l'avalanche,
Aussi blanc que la robe blanche
Attachée aux monts engourdis.

Bientôt, par des pentes fleuries,
Je descends aux premiers hameaux ;
Guidé par d'habiles canaux
Je vais arroser les prairies.

Je descends, grossi par les eaux
Des coteaux ;
Un moulin m'oppose sa roue ;
D'un obstacle aisé je me joue
Et je cours à d'autres travaux.

Plus loin, des forêts abattues
J'emporte les débris craquants,
Comme la lave des volcans
Charriant les blocs des statues.

Je berce en mon calme bassin
Un essaim
De barques aux rames nacrées ;
Des bateaux chargés de denrées
Lentement sillonnent mon sein.

Je baigne les cités altières,
Et l'eau virginale des monts
Entraîne vos impurs limons ;
Les ruisseaux deviennent rivières.

Toute source en mon lit profond
Se confond ;
A mon urne un peuple s'abreuve ;
Je suis roi des eaux, je suis fleuve,
Et j'aspire au gouffre sans fond.

Déjà ma vieillesse commence ;
Je ne suis né que pour mourir ;
On ne se lasse de courir
Qu'en tombant dans la mer immense.

Que dis-tu, ruisseau transparent,
En courant
Sur ton lit de sable et de pierre ?
Est-ce un chant, est-ce une prière
Que tes eaux s'en vont murmurant?

Vous le voyez, Messieurs, l'admirateur de la poésie sérieuse peut se rencontrer ici avec l'ami des refrains populaires. Tout-à-l'heure la musique aura son tour ; cet aimable talent n'a oublié personne. Aussi, en vous proposant de lui décerner une médaille, nous sommes sûrs d'avance que l'assemblée nous fera, d'une voix unanime, la réponse que le célèbre *Pandore* adressa si souvent à son brigadier.

La Société décerne sa grande médaille d'or à M. G. Nadaud, né à Roubaix.

M. le Président de la Société invite MM. V. Faguet et F. Clerc à venir recevoir les récompenses qui leur ont été décernées.

M. Boulanger, professeur au Conservatoire de Lille, chante *le Voyage aérien*, paroles et musique de M. Nadaud.

M. le Président de la Société invite M. Nadaud à venir recevoir la médaille d'or qui lui a été décernée.

M. le Président annonce que : en raison de ce que le Cercle Orphéonique est de toutes les sociétés chorales importantes de Lille, la plus ancienne, puisqu'il ressort de pièces officielles qu'il y a filiation directe entre ce cercle et l'ancienne société dite des Crick-Mouils : en raison de ce que cette société chorale a été la première à aller figurer dans des concours de chant ouverts dans des villes éloignées, et qu'elle a rendu de grands services en propageant le goût musical à Lille et en servant de type aux sociétés qui ont été fondées après elle ; la Société a décidé qu'une médaille d'or serait décernée au Cercle Orphéonique. En conséquence, M. le Président invite M. le président du Cercle Orphéonique à venir recevoir la médaille d'or décernée à cette société.

La parole est donnée à M. le Secrétaire-Général pour le compte-rendu des résultats des examens de l'Ecole des chauffeurs et la proclamation des récompenses accordées par la Société aux serviteurs et agents industriels :

MESSIEURS,

Poursuivant la tentative qu'elle fait depuis quelques années avec le généreux concours des industriels de notre ville pour répandre l'instruction dans la classe si intéressante pour l'industrie et la sécurité publique, des ouvriers chauffeurs et mécaniciens, la Société impériale a fait faire cette année encore un cours public en leur faveur et peut aujourd'hui distribuer des diplômes de chauffeurs à ceux des auditeurs qui en ont le mieux profité. — Nous croyons pouvoir affirmer que, malgré leur trop petit nombre, les chauffeurs diplômés par la Société commencent à être appréciés et recherchés. Nous croyons savoir aussi que, tout dernièrement, dans une des usines de l'arrondissement, l'un d'eux, par ses connaissances acquises et son sang-froid, a pu prévenir un accident terrible, tout-à-fait analogue à celui qui a été l'occasion de la création de l'Ecole des chauffeurs. — Je ne cite ce fait que pour faire ressortir par un exemple les services que peut rendre un chauffeur s'il sait son métier, les désastres qu'il peut causer s'il l'ignore.

Cette année, la Commission a signalé d'une manière toute particulière M. Joseph Piédanna né le 3 janvier 1834, à Orchies; chauffeur chez M. Six-Vilain, à Lille.

La Société lui décerne une médaille et une prime d'honneur.

Elle accorde un certificat de capacité à

Piédanna Joseph, déjà nommé.

Vienne (Auguste), né le 8 octobre 1831 à Verlinghem, chauffeur chez M. Reman (Lille-Wazemmes);

Petit (Alexandre), né le 26 juillet 1821 à Rumgy (Belgique), chauffeur à la manufacture des Tabacs (Lille);

Mignot (Désiré), né le 27 juin 1834 à Lille, chauffeur chez MM. Chantailles et Lagache (Lille);

Brugnon (Louis), né le 12 juillet 1817 à Dunkerque, chauffeur chez M. Descamps-Crespel (Lille).

MESSIEURS,

Dans un pays voisin, il existe une décoration pour les anciens et loyaux serviteurs de l'industrie et de l'agriculture : dans le nôtre, leurs obscurs et utiles services restent trop souvent ignorés. La Société Impériale est heureuse de pouvoir appeler aujourd'hui l'attention et la sympathie publiques sur quelques-uns de ces vétérans du travail. Demain, ils reprendront gaiement leur vie de labeur, ennoblie par les applaudissements dont vous aurez payé quarante ans d'honnêteté et de fidélité. Puissent-ils jouir encore longtemps de l'amitié de leurs patrons, du respect de leurs camarades, de l'estime de tous!

La Société décerne une médaille d'argent et une prime de 30 francs à :

Eugène Mariage, employé depuis 47 ans et aujourd'hui contremaître chez M. Six, blanchisseur et apprêteur de fils à Lille;

Alexandre Descamps, tonnelier, depuis 47 ans dans la brasserie de Mme Ve Delobel, à Lambersart;

Auguste Destailleurs, charpentier, depuis 46 ans chez M. Hollevoet, entrepreneur, à Lille :

Une médaille d'argent et une prime de 25 francs

Joseph Leclercq, filtier, depuis 44 ans chez MM. Fauchille-Delanoy, filateurs de lin et fabricants de fils retors, à Lille ;

Silvain Héras, peintre en bâtiments, depuis 44 ans chez M. Coyart-Camus, à Lille ;

Jean Delerue, couvreur, depuis 42 ans chez Mme Ve Rouzé-Lefebvre et fils aîné, entrepreneurs, à Lille.

Une médaille d'argent et une prime de 20 francs à :

Henri Dufermont, fileur de coton et aujourd'hui homme de confiance, depuis 40 ans chez M. Grimonprez-Bossut, à Roubaix ;

Séraphin Legrand, teinturier, depuis 40 ans chez MM. Jaspar frères, à Lille ;

Isidore Her, employé depuis 36 ans dans l'établissement de tissage de M. Dazin fils aîné, à Roubaix ;

Honoré Duez, plombier, depuis 35 ans chez M. Achille Desplanques, à Lille.

Enfin, et exceptionnellement puisqu'elle ne récompense d'ordinaire que les agents de l'industrie, la Société, voulant récompenser une fidélité et un attachement bien rares, joints d'ailleurs à de hautes qualités morales, décerne une médaille d'argent et une prime de 30 francs à :

Béatrix Florin, âgée de 79 ans, depuis 54 ans au service de la famille Cœvœt, à Lille.

La musique du 43e de ligne a bien voulu prêter son concours à cette cérémonie, en faisant entendre divers morceaux pendant le cours de la séance.

PROGRAMME DES PRIX

PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ,

Et qui seront décernés en 1863 et en 1864.

SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES A L'INDUSTRIE ET A L'AGRICULTURE, SCIENCES MORALES, HISTOIRE, LITTÉRATURE, BEAUX-ARTS.

La Société décernera des MÉDAILLES D'OR, DE VERMEIL, D'ARGENT ou de BRONZE, suivant le mérite des travaux qui lui seront adressés sur les sujets dont l'énoncé va suivre :

CONCOURS DE 1863.

I. — Sciences physiques.

Etudier, sous le double rapport de la composition chimique et des propriétés calorifiques, les diverses espèces de houille du nord de la France.

II. — Sciences appliquées à l'industrie.

1° Construire un compteur à vapeur ou appareil mesurant la quantité et la pression de la vapeur qui passe par un tuyau communiquant avec un générateur.

2° Rechercher les circonstances qui influent sur le degré de siccité de la vapeur produite dans un générateur, et trouver un moyen pratique d'arrêter l'eau entraînée.

III. — Sciences médicales.

Une médaille d'or sera décernée en 1863 à l'auteur du meilleur travail sur la question suivante :

1° Déterminer, d'après l'état actuel de la science, les influences chimiques et mécaniques qu'exercent sur le torrent circulatoire les gaz absorbés par les muqueuses intestinale et pulmonaire;

2° Rechercher les affections et les effets produits sur l'économie animale par le passage des principales substances gazeuses dans le système sanguin.

La Société des Sciences, en laissant toute liberté aux concurrents pour arriver à la solution de cette importante question, désire qu'on consulte les travaux de Nysten, de Vidal, de MM. Andral et Gavarret, etc., et qu'on fasse des efforts pour remonter à l'étiologie de certaines affections dont l'origine et la nature sont encore inconnues.

IV. — Histoire.

Histoire de l'organisation judiciaire des diverses provinces formant aujourd'hui le département du Nord, depuis l'invasion des barbares jusqu'en 1789.

V. — Législation.

1° Études sur la coutume de Lille. — Comparer les dispositions principales de cette législation au droit romain, au droit germanique et aux codes qui nous régissent actuellement.

2° De la législation des *prébendes* avant la période révolutionnaire et depuis cette époque. — Des avantages et des inconvénients de ces sortes de fondations.

VI. — Économie Sociale.

Déterminer à l'aide d'actes administratifs, de documents publics ou de renseignements particuliers incontestables, les variations que le prix de la journée de travail a éprouvées depuis un siècle à Lille et dans l'arrondissement. Mettre en regard le prix de l'hectolitre de blé ainsi que des objets de première nécessité pendant la même période, d'après le même ordre de renseignements.

VII. — Littérature.

Il sera décerné une médaille à l'auteur d'une pièce de vers remarquable ; le sujet est laissé au choix des concurrents.

La Société met en outre au concours la question suivante :

Histoire de la littérature du département du Nord depuis l'incorporation à la France (1667) jusqu'à nos jours.

VIII. — Beaux-Arts.

Histoire des arts du dessin à Lille depuis la fondation de la ville jusqu'au XIXe siècle inclusivement. Par les arts du dessin, il faut entendre la peinture, la sculpture, la gravure, l'architecture, ainsi que les arts industriels dans leurs rapports avec les premiers.

IX. — Encouragements divers.

La Société se réserve de récompenser ou d'encourager par des

primes ou par des médailles les auteurs de productions scientifiques, littéraires, artistiques, agricoles et industrielles non mentionnées dans le présent programme.

X. — Agents ndustrels

Depuis 1831, la Société récompense par des livrets de la Caisse d'Epargne, des primes et des médailles, la fidélité et l'attachement des serviteurs à leurs maîtres; en l'année 1863, elle décernera de semblables distinctions aux vieux serviteurs de l'industrie.

Les certificats délivrés en faveur des agents industriels devront être reconnus et certifiés sincères par les patrons.

CONCOURS DE 1864.

I. — Sciences physiques.

Construire un pyromètre destiné à faire connaître la température de la fumée à son entrée dans les grandes cheminées de l'industrie.

Ce pyromètre sera d'une installation et d'une manipulation faciles, et l'estimation de la température en degrés centigrades, devra n'exiger qu'une simple lecture.

II. — Sciences appliquées à l'industrie.

1° Faire des expériences dynamométriques sur toutes les ma-

chines qui composent une filature de coton ou de lin, à l'exception du moteur.

Le mémoire devra contenir le dessin et la description du dynamomètre employé, ainsi qu'une spécification détaillée des machines essayées et de leur produit en quantité et en qualité; le nom des constructeurs et tous les autres renseignements nécessaires pour rendre les expériences comparables entre elles et avec celles qui pourraient être faites ultérieurement.

2° Indiquer un moyen industriel pour préparer directement l'acide oxalique à l'aide de la betterave en nature.

III. — Sciences médicales.

Une médaille d'or sera décernée, en 1864, à l'auteur du meilleur Mémoire sur la question suivante :

De l'influence des découvertes les plus modernes dans les sciences physiques et chimiques sur les progrès de la chirurgie.

IV. — Agriculture.

1° Faire l'analyse comparative de toutes les espèces de calcaire qu'on utilise dans le nord de la France, soit pour le chaulage, soit pour le marnage des terres. — Mentionner les gisements et les caractères physiques de ces calcaires.

2° Faire connaître les différents modes de chaulage et de marnage mis en pratique dans le nord de la France, en précisant pour chaque nature de terre, les doses de chaux ou de marne adoptées dans chaque localité, ainsi que la durée du chaulage ou du marnage. — Donner le prix de revient de ces deux opérations dans chaque localité.

V. — Histoire.

Histoire d'une commune rurale du département du Nord.

VI. — Économie sociale.

1° Coup d'œil sur les sociétés de secours mutuels entre ouvriers (dites *Sociétés de malades*) qui existaient à Lille, antérieurement à 1789. — De leur organisation et de leurs résultats.

2° Rechercher l'origine du *mauvais gré*, en décrire les abus, en signaler les inconvénients au point de vue des transactions vénales et locatives de la propriété. — Indiquer les moyens les plus propres à le faire disparaître.

VII. — Littérature.

Il sera décerné une médaille à l'auteur d'une pièce de vers remarquable ; le sujet est laissé au choix des concurrents.

VIII. — Beaux-Arts.

On demande un projet de fontaine à élever au centre d'une place nouvelle, cette fontaine devant servir de monument commémoratif de l'agrandissement de Lille. Le motif principal de la décoration sera un groupe représentant les communes annexées se réunissant à la ville de Lille.

Le projet devra être exécuté sous la forme d'un modèle en plâtre, au dixième de grandeur d'exécution, l'artiste devant tenir compte, dans le choix des dimensions adoptées, de l'étendue de la place, laquelle couvrira quatre hectares.

IX. — Encouragements divers.

Société se réserve de récompenser et d'encourager par des primes et par des médailles les auteurs de productions scientifiques, littéraires, artistiques, agricoles et industrielles non mentionnées dans le présent programme.

CONDITIONS GÉNÉRALES DU CONCOURS.

Les Mémoires et travaux présentés au Concours de 1863 seront adressés *franc de port*, à M. le Secrétaire-Général de la Société, à l'Hôtel-de-Ville, avant le 15 octobre 1863. — Ceux qui seront envoyés pour le Concours de 1864 devront lui parvenir avant le 15 octobre 1864.

Ne seront admis à concourir que les Mémoires et Travaux inédits qui n'auront pas été présentés à d'autres Sociétés académiques. Chaque envoi portera une épigraphe reproduite sur un billet cacheté, contenant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce billet ne sera ouvert que dans le cas où le concurrent aurait mérité une récompense.

Les ouvriers et les agents industriels qui prétendent aux Médailles et Primes, offertes en faveur des bons et longs services, devront, avant le 15 octobre 1863 ou 1864, par une lettre d'avis, faire connaître leur intention à M. le Secrétaire-Général. Ils devront également lui adresser, pour la même époque, les certificats exigés.

Le Secrétaire-Général, P. GUIRAUDET.

Le Président, LAMY.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE,

Du 1er janvier au 31 décembre 1862.

BUREAU POUR L'ANNÉE 1862.

Président,	MM. LAMY.
Vice-Président,	CHON.
Secrétaire-Général,	BOS.[1]
Secrétaire des correspondances,	CANNISSIÉ.
Trésorier,	BACHY.
Bibliothécaire,	CHRESTIEN.

Membres honoraires.

MM. LE PRÉFET du département.
LE MAIRE de la ville de Lille.
DESMAZIÈRES[2], botaniste, membre titulaire le 22 août 1817.

Membres titulaires.

Date de l'admission.	
1806, 12 sept.	MM. DELZENNE, ✻, correspondant de l'Institut
1823, 18 avril.	VERLY, architecte.

[1] Démissionnaire le 3 octobre, remplacé par M. Guiraudet.
[2] Décédé le 23 juin.

1823, 6 juin.	MOULAS, homme de lettres.
1824, 19 mars.	KUHLMANN, (O. ✻), correspondant de l'institut.
1825, 21 octobre.	BAILLY, ✻, docteur en médecine.
1828, 5 décembre.	DANEL, ✻, propriétaire.
1835, 19 juin.	LE GLAY, ✻, correspondant de l'Institut.
1836, 1er juillet	BENVIGNAT, architecte et peintre.
1840, 20 novembre.	TESTELIN, docteur en médecine.
1841, 5 mars.	CAZENEUVE, ✻, directeur de l'École de médecine.
1842, 21 janvier.	CHON, professeur d'histoire au Lycée.
1845, 10 avril.	BACHY, propriétaire.
Id. 21 juin.	DELERUE, juge-de-paix.
1847, 9 avril.	CHRESTIEN, professeur suppléant à l'École de médecine.
Id. 23 avril.	LAMY, professeur à la Faculté des Sciences.
1848, 7 janvier.	LAVAINNE, compositeur.
Id. id.	CORENWINDER, chimiste, agronome.
Id. 17 mars.	DUPUIS, avocat, homme de lettres.
Id. 20 octobre.	PARISE, professeur à l'École de médecine.
1849, 6 avril.	DELIGNE, homme de lettres.
1852, 30 janvier.	BLANQUART-EVRARD, ✻, propriétaire.
Id. 20 mai.	COLAS, peintre d'histoire
Id. décembre.	VIOLETTE, H. (O. ✻), commissaire des poudres et salpêtres.
Id. id.	GARREAU, ✻, professeur à l'École de médecine.
Id. id.	MEUREIN, maître en pharmacie.
1854, 28 juillet.	COX, ✻, manufacturier.
Id. 4 août.	CANNISSIÉ, homme de lettres.
Id. id.	FIÉVET, constructeur de machines.
1856, 25 juillet.	PAEILE, bibliothécaire de la ville.
1858, 8 janvier.	VIOLLETTE, Ch., professeur à la Faculté des Sciences.

1858,	15 janvier.	GUIRAUDET, professeur à la Faculté des Sciences.
Id.	7 mai.	MATHIAS, ✻, ingénieur de la traction du Chemin de fer du Nord.
Id.	7 mai.	GIRARDIN, J. (O. ✻), doyen de la Faculté des Sciences.
1859,	21 janvier.	COUSSEMAKER (DE), ✻, juge au tribunal de première instance de Lille.
Id.	4 mars.	MELUN (comte DE), propriétaire.
1860,	3 février.	ESCHENAUER, pasteur de l'Église réformée.
Id.	16 mars.	BOS, professeur de mathématiques spéciales au Lycée. [1]
Id.	16 mars.	HOUZÉ DE L'AULNOIT, Alfred, professeur à l'Ecole de médecine.
Id.	16 novembre.	VAN HENDE, chef d'institution.
1861,	18 janvier	HINSTIN, profess. de rhétorique au Lycée.
Id.	26 avril.	DARESTE DE LA CHAVANNE, professeur à la Faculté des Sciences.
Id.	id.	MEUNIER (baron), ✻, notaire.
Id.	3 mai.	ROUZIÈRES, homme de lettres.
Id.	5 juillet.	DEPLANCK, id.
Id.	2 août.	HOUZÉ DE L'AULNOIT, Aimé, avocat.
Id.	18 octobre.	DAVID, ✻, prof. à la Faculté des Sciences.
1862,	5 juin.	DE NORGUET, Anatole, propriétaire.
Id.	20 juin.	LETHIERRY, Lucien, propriétaire.
Id.	19 décembre.	RICHAUD, Louis, proviseur au Lycée impérial.

Membres correspondants élus depuis la dernière publication.

1862,	21 février.	MM. MOTTEZ, Victor, peintre à Paris.
Id.	7 mars.	JOUVIN, Jean, pharmacien en chef de la marine, à Rochefort

[1] Devenu correspondant en quittant Lille.

1862,	7 mars.	DELETOMBE, Jean-Baptiste, instituteur à Orchies.
Id.	21 mars.	DIEGERICK, bibliothécaire et archiviste de la ville d'Ypres.
Id.	12 juillet.	DARESTE DE LA CHAVANNE, Antoine, professeur à la Faculté des Lettres de Lyon.
Id.	28 août.	PAINVAIN, Louis, professeur de mathématiques spéciales au Lycée de Douai.
Id.	17 octobre.	BOS, Henri, ancien résidant, professeur au Lycée Louis-le-Grand, 9, avenue Victoria, à Paris.
Id.	17 octobre.	LACHEZ, Théodore, architecte, 23, rue Lafayette, à Paris.
Id.	5 décembre.	BRETON, Jules, peintre à Courrières (Pas-de-Calais).

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

Ouvrages reçus pendant l'année 1863.

1° DE DIVERSES AUTORITÉS.

Des allumettes chimiques avec et sans phosphore par H. GAULTIER DE CLAUBRY.

Compte général de l'Administration de la Justice civile et commerciale, en France, pendant l'année 1860, présenté à Sa Majesté l'Empereur, par le Garde-des-Sceaux, Ministre de la Justice.

Compte général de l'Administration de la Justice criminelle en France, pendant l'année 1860, présenté à Sa Majesté l'Empereur, par le Garde-des-Sceaux, Ministre de la Justice.

Conseil d'État.— Enquête sur l'application des tarifs des chemins de fer.

De la culture et de la récolte du liége, en Algérie, par M. H. GAULTIER DE CLAUBRY.

Documents statistiques sur les chemins de fer, publiés par ordre de S. Exc. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics.

Description et usage de l'Abaque ou compteur universel qui donne, à vue, les résultats de tous les calculs d'arithmétique, de géométrie, de mécanique pratique, par Léon LALANNE, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, etc.

Empire français. — Département du Nord. — Rapport présenté par M. VALLON, Préfet, au Conseil Général et procès-verbaux des délibérations du Conseil (session de 1862).

Exposition universelle de 1855. — Commission Impériale.—

Système de classification (publié conformément à l'article 16 du du règlement général).

Expériences sur les roues hydrauliques, à aubes planes, et sur les roues hydrauliques à augets, par Arthur MORIN, capitaine d'artillerie, professeur de machines, etc.

Expériences sur le tirage des voitures, faites en 1837 et 1838. par Arthur MORIN, capitaine d'artillerie, etc.

Ministère de l'Intérieur. — Enfants assistés. — Enquête générale ouverte en 1860, dans les 86 départements de l'Empire. — Rapport de la Commission instituée le 10 octobre 1861, par arrêté de S. Exc. le Ministre de l'Intérieur.

Enquête sur les moyens d'assurer la régularité et la sûreté de l'exploitation sur les chemins de fer, publiée par ordre de S. Exc. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux Publics.

Iconographie romaine, par le chevalier E. Q. VISCONTI, membre de l'Institut royal de France ; continuée par le chevalier A. MONGEZ.—Paris, Imp. de F. Didot aîné, 1817 à 1819, 4 volumes in-8°, 1 volume in-folio de planches.

Iconographie grecque par E. Q. VISCONTI, chevalier de l'Empire, membre de l'Institut de France.

Mémoire sur les fournaux fumivores, par M. LEFROY, ingénieur en chef des mines (Extrait du bulletin de la Société d'encouragement, juin 1833.

Mémoire sur un nouveau système d'éclairage des phares, par M. A. FRESNEL, ingénieur du corps royal des Ponts-et-Chaussées

Musée de sculpture antique et moderne contenant la description historique et géographique du Louvre, les bas-reliefs, et inscriptions, autels, ceppes, etc., par le comte F. DE CLARAC, membre libre de l'Institut.

Rapport adressé à M. le Ministre des Travaux Publics, sur les chemins de fer, par M. Edmond TEISSERENC.

Recherches et considérations relatives aux intérêts matériels de la France. — Des chemins de fer et des dispositions propres à assurer avec le plus de convenance, leur exécution et leur usage, par M. DE MARIVAULT, membre du Conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

Recherches expérimentales sur les glissements spontanés des

terrains argileux, accompagnées de considérations sur quelques principes de mécanique terrestre, par Alexandre Collin, ingénieur au corps royal des Ponts-et-Chaussées.

Relation des expériences entreprises par ordre de M. le Ministre des Travaux Publics et sur la proposition de la Commission centrale des machines à vapeur, pour déterminer les principales lois physiques et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur, par M. V. Regnault, ingénieur du corps royal des mines, membre de l'Académie des Sciences. (Première partie). — 1 volume in-4°, et atlas de 7 planches gravées.

Revue archéologique ou recueil de documents et de mémoires relatifs à l'étude des monuments, à la numismatique et à la philologie de l'antiquité et du moyen-âge, publiés par les pincipaux archéologues français et étrangers et accompagnés de planches gravées d'après les monuments originaux. — Nouvelle série, troisième année, cinquième volume. — 1862, Paris, 1 vol. in 8°.

Du Rhône et du lac de Genève ou des grands travaux à exécuter pour la navigation du Léman à la mer, par L. L. Vallée, inspecteur divisionnaire des Ponts-et-Chaussées. — 1 vol. in-8° avec une planche gravée.

Le Seraphéum de Memphis, découvert et décrit par Aug. Mariette, conservateur-adjoint au musée impérial du Louvre. Liv. 6, 7 et 8.

Tables relatives au tracé de raccordement, composées par C. Prus, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.

2° DES MEMBRES TITULAIRES.

De l'utilité des sciences pour les progrès de l'industrie. Discours prononcé à la distribution des prix du Lycée impérial de Lille, le 11 août 1862, par M. Bos, professeur de mathématiques spéciales.

Université impériale de France. Académie de Douai. Séance annuelle de rentrée des Facultés et des Écoles préparatoires de médecine et de pharmacie (novembre 1861).

Notice statistique sur le département du Nord, par le docteur J. Chrestien. Première partie. Population.

Statistique archéologique du département du Nord. — Arrondissement de Dunkerque.

Quelques épitaphes des églises de Comines, Cambrai, Condé, Esne, Estaires, Halluin, Solre-le-Château et Valenciennes, par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Orfévrerie du XIIIe siècle. Chasse et Croix de Bousbecque, décrites par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Notice sur l'abbaye de Ravensberg, par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Délimitation du flamand et du français dans le nord de la France, par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut, avec une carte coloriée par M. Bocave.

Document inédit pour servir à l'histoire des guerres de Flandre et à celle de la ville et de la châtellenie de Bourbourg au XVIIe siècle, publié par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Documents relatifs à la Flandre maritime, extraits du cartulaire de l'abbaye de Watten, par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Vitraux peints et incolores des églises de la Flandre maritime, par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Notice sur les archives de l'abbaye de Bourbourg, par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Keure de Bergues, Bourbourg, Furnes, traduite et annotée par E. DE COUSSEMAKER, correspondant de l'Institut.

Tableau des lauréats des classes supérieures de l'École centrale, de l'École secondaire communale, du Collége communal, du Lycée royal, du Lycée et du Lycée impérial de la ville de Lille, de 1796 à 1861.

Études sur l'ambassade d'Auger de Bousbecques en Turquie, par M. Albert DUPUIS,

Influence du gaz sur les arbres des promenades publiques, par M. GIRARDIN, doyen et professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Lille.

Rapport sur la composition et l'usage industriel des eaux de la Lys, du canal de Roubaix, des puits du sable vert, de la marne et du calcaire bleu, par M. J. GIRARDIN, doyen de la Faculté des Sciences de Lille. Broch. in-8°.

Analyses de divers engrais, par M. J. GIRARDIN, doyen de la Faculté des Sciences de Lille.

Horace à Athènes, par M. C. HINSTIN, ancien membre de l'École française d'Athènes.

Conseil général du département du Nord, session de 1862. — Rapport sur la navigation intérieure, par M. KUHLMANN,

Considérations sur le mode d'exercice applicable aux fabriques de soude artificielle, présentées à LL. Exc. les Ministres des Finances et de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, par M. Fréd. KUHLMANN.

De l'existence d'un nouveau métal, le Thallium, par M. A. LAMY.

Noel, chant religieux, avec accompagnement de piano et d'harmonium (*ad libitum*), paroles de F.-M. EUCHER, musique de Ferdinand LAVAINNE.

Rapport sur l'excursion provinciale faite en Savoie en juillet 1861, par M. LETHIERRY.

Énumération des insectes coléoptères nuisibles à l'agriculture ou à l'industrie, qui se trouvent le plus souvent dans l'arrondissement de Lille, par M. LETHIERRY.

Observations météorologiques faites à Lille, pendant l'année 1860, par Victor MEUREIN.

Observations météorologiques faites à Lille, pendant l'année 1861, par Victor MEUREIN.

Œdipe, roi, tragédie de Sophocle, traduite en vers français par L. RICHAUD, licencié ès-lettres, etc.

Lycée impérial de Pau. — Discours prononcé par le proviseur à la distribution solennelle des prix, le 23 août 1853.

Brienne (1784-1814-1859) Poésie lue au banquet de l'inauguration de la statue de l'empereur Napoléon Ier, élève de l'école de Brienne, à Brienne-Napoléon, le 28 mai 1859.

Lycée impérial de Troyes. — Discours prononcé par le proviseur à la distribution solennelle des prix, le 10 août 1858.

Œdipe à Colone, tragédie de Sophocle, traduite en vers français par L. RICHAUD, licencié ès-lettres, agrégé de l'Université, etc.

La Guerre, poésie, signée L. R., 1er mai 1859.

Lycée impérial de Lille. — Allocution prononcée par le proviseur du Lycée à la distribution solennelle des prix, le 11 août 1862.

3° DES MEMBRES CORRESPONDANTS.

Musique et poésie, par Raymond DE BERTRAND.

Annales dunkerquoises : 1° Naufrage de l'*Elisabeth* et le capitaine Malo ; 2° le vice-amiral Bart, par M. Raymond de BERTRAND.

Notice historique sur Antoine-Alexis Perier de Salvert, chef d'escadre, natif de Dunkerque, par M. Raymond DE BERTRAND.

Le festival de Londres et l'orphéon Dunkerquois, juin 1860.

Mémoire sur la marne considérée comme engrais, présentée à la Société centrale d'agriculture de la Seine-Inférieure dans sa séance du 27 mars 1862, par M. BIDART.

Réponse à MM. les antiquaires et géologues présents aux assises archéologiques de Laon, par M. BOUCHER DE PERTHES.

Le docteur Duvergé, ou coup-d'œil sur l'état de l'hygiène publique et de l'agriculture en Touraine à un siècle de distance (1761 et 1861), par le docteur Ch. BRAME, etc.

L'article 757. Application de l'algèbre au Code civil, par Eugène CATALAN.

Sur les nombres de Bernouilli et sur quelques formules qui en dépendent, par M. E. CATALAN.

Mémoire sur les chemins de fer considérés au point de vue militaire, par M. CHARIÉ-MARSAINES, inspecteur général des Ponts-et-Chaussées.

Numismatique béthunoise. — Recueil historique. — Monnaies, méreaux, médailles et jetons de la ville et de l'arrondissement de Béthune, par L. DANCOISNE, membre de plusieurs sociétés archéologiques.

Discours du docteur B. DANVIN, directeur de la bibliothèque et du musée de Saint-Pol.

Histoire de l'administration en France et des progrès du pouvoir royal depuis le règne de Philippe-Auguste jusqu'à la mort de Louis XIV. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences morales et politiques, en 1847, par M. C. DARESTE DE LA CHAVANNE.

Un concours de Rhéthorique dans un village Flamand de France en 1861, par Victor DERODE.

Histoire de Dunkerque, par Victor DERODE.

Rôles des dépenses de la maison de Bourgogne, par V. Derode.

Projet d'un programme d'études pour la monographie de la Flandre maritime, par Victor Derode.

Fondation de l'hôpital des Apôtres, par L. Deschamps de Pas.

Instruction de Philippe-le-Bon, duc de Bourgogne, pour la fabrication de monnaies à Amiens et à St.-Quentin. Signé, Deschamps de Pas.

Analectes yprois ou recueil de documents inédits concernant la ville d'Ypres, publiés par J.-L.-A. Diegerick, prof., etc.

Correspondancede Valentin de Pardieu, seigneur La Motte, gouverneur de Gravelines, commandeur de l'ordre de Saint-Jacques, etc. (1574-1594), publiée par J.-L.-A. Diegerick.

Documents historiques inédits concernant les troubles des Pays-Bas, 1577-1584, publiés avec des notes biographiques et historiques, par Ph. Kervyn de Volkaersbeke, membre de la Société des Beaux-Arts de Gand, etc., et J. Diegerick.

Promenades d'automne dans les champs de la vérité ou examen de quelques opinions reçues, par N.-G. de Dumast, membre de l'Académie de Stanislas.

La salle des cerfs et tout ce qu'elle a vu; vers prononcés par le secrétaire perpétuel de la Société d'Archéologie lorraine, le 10 mai 1862, lors de l'inauguration du lieu comme galerie principale du musée lorrain.

Académie de Stanislas. — Réponses du président (N.-G. de Dumast) aux récipiendaires (MM. Renard, Alexandre et Léopold) dans la séance publique du jeudi 24 mai 1862.

Sur les grands et petits chevaux de Lorraine.

Douai ancien et nouveau, ou historique des rues, des places de cette ville et de ses alentours, par H.-R. Duthilleul.

L'Espagne à cinquante ans d'intervalle, 1809-1859, par A.-L. A. Fée.

Rapport sur les travaux de la Société des Antiquaires de la Picardie, pendant l'année 1859-1860, par M. J. Garnier, etc.

Rapport sur les travaux de la Société des Antiquaires de la Picardie, pendant l'année 1860-1861, par J. Garnier, etc.

Voyage de Georges Langherand, mayeur de Mons-en-Haynaut, à Venise, Rome, Jérusalem, mont Sinaï et le Kayre, — 1485-1486, — avec introductiod, notes, glossaire, etc., par le marquis de Godefroy Ménilglaise, membre de la Socité des bibliophiles de Mons, etc.

Société centrale des architectes. — Rapport sur l'indicateur permanent des fuites de gaz, par M. Périn, mécanicien en chef de l imprimerie impériale, par une commission et Th. Lachez, rapporteur.

Rapport sur l'Indique faite de M. Cantagrel, ingénieur civil, par M. Lachez, rapporteur.

Rapport sur le procédé Bausome, pour durcir et conserver la pierre au moyen de silicate de chaux, Th. Lachez, rapporteur.

Acoustique et optique des salles de réunions publiques, théâtres et amphitéâtres, spectacles, concerts, etc., suivies d'un projet de salle d'assemblée constituante ponr neuf cents membres (accompagnées de trois planches gravées sur cuivre), par Th. Lachez, architecte, etc.

Congrès artistique d'Anvers (août 1801). — Discours de M. S.-E.-V. Le Grand de Renlandt.

Grammaire de la langue française à l'usage des classes supérieures, par P.-A. Lemaire, ancien maître de conférence à l'Ecole Normale, etc.

Sur la structure de l'univers. — Discours prononcé à la séance publique de l'Academie royale de Belgique, le 16 décembre 1861, par le major Liagre, président de l'Académie, etc.

Notice historique sur la vitesse et l'aberration de la lumière, par le major Liagre, membre de l'Académie royale de Belgique.

Des institutions de prévoyance en général et des assurances sur la vie en particulier, par le major Liagre, membre de l'Académie royale de Belgique.

Anciens vêtements sacerdotaux et anciens tissus conservés en France, par Charles de Linas, 11e série.

Biographie du général baron Testot-Ferry, vétéran des armées impériales, et exposé des événements militaires de 1792 à 1815, par Mignard.

De l'utilité des orphelinats (Extrait du journal l'*Union bourguignonne*). 12 pages, signé P. Mignard.

Transformation des étamines en carpelles dans plusieurs espèces de pavot, par M. Morière, professeur d'histoire naturelle.

Une idylle, par G. Nadaud.

Chansons de G. Nadaud, — Quatrième édition.

Guy Le Fèvre de la Borderie, orientaliste et poète, l'un des collaborateurs de la polyglotte d'Anvers, par Félix Nève, etc.

Rapport ou exposé sommaire des sojoe sosod et des travaux accomplis par l'Institut archéologique liégeois, pendant une période de 10 ans, par Alb. d'Otreppe de Bouvette.

Rapports. — 1° Musée d'antiquité à Liége.—2° Fouilles, etc., par Alb. d'Otreppe de Bouvette.

L'empire japonais et les archives de M. de Siebold, par Léon de Rosny.

Musée d'art et d'archéologie à Liége et des difficultés opposées à sa formation. — Essai de tablettes liégeoises, par Alb. d'Otreppe de Bouvette.

La Hesbaye. —Promenades en zig zag à la recherche d'objets d'antiquité et moyen-âge. — Essai de tablettes liégeoises par Alb. d'Otreppe de Bouvette (36e livraison).

Promenades d'hiver, archéologiques et littéraires, de Liége à Maëstricht, rive droite de la Meuse. — Essai de tablettes liégeoises, par Alb. d'Otreppe de Bouvette (35e livr., 3e des promenades).

Equation des rapports aux harmoniques correspondant aux racines d'une équation du quatrième degré, par M. L. Painvin, professeur au lycée de Douai.

Application de la nouvelle analyse aux surfaces du second ordre, par L. Painvin, docteur ès-sciences mathématiques, etc.

Sur un certain système d'équations linéaires, par M. Painvin, docteur ès-sciences.

Théorèmes sur la décomposition des facteurs linéaires et des fonctions homogènes entières, par M. L. Painvin.

Mémoires sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère, examen de la doctrine des générations spontanées, par M. L. Pasteur.

Nouveau procédé industriel de la fabrication du vinaigre, par M. Pasteur.

Nouvelles recherches sur les aurores boréales et australes et description d'un appareil qui les reproduit avec les phénomènes qui les accompagnent, par M. le professeur A. de la Rive.

Nouvelles recherches sur la figure des atmosphères des corps célestes, par Edouard Roche, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Éléments de philosophie phrénologique, par H. Scoutetten, docteur et professeur en médecine, etc.

De la balistique chez les anciens par M. A. J. H. Vincent, membre de l'Institut.

Examen de l'écrit intitulé : La chirobaliste d'Héron d'Alexandrie, traduite du grec, etc.

Communication du Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine-Inférieure, par M. Vingtrinier.

Association normande. — Communication sur le goître endémique des rives de la Seine, par M. le docteur Vingtrinier.

Éphémérides pour la recherche de la comète périodique d'Arrest, à son prochain retour en 1863 et 1864, par Yvon Villarceau.

4° de personnes étrangères.

Etude industrielle motivée par un nouveau procès en contrefaçon intenté par un manufacturier de Sedan à un manufacturier d'Elbœuf.

Appareils de panification Rolland. — Documents officiels. — Enquêtes administratives.

Du dernier traité de commerce avec l'Angleterre, des mesures à prendre pour l'industrie elbeuvienne pour en atténuer les conséquences, par M. Auber.

De l'application du droit commun à la propriété littéraire et artistique.

M. de Gasparin, notice publiée dans le numéro du 10 septembre 1862 du journal de l'agriculture pratique, par J.-A. Barral, directeur, etc.

Rapport de M. le docteur Berchon sur le livre de M. le docteur J.-E. Corvisay, intitulé : *Principes d'Adénisation, etc.*

La propriété littéraire et artistique, publication du comité de l'association pour la défense de la propriété littéraire.

Rapport sur le silo agricole ou grenier mobile de M. le marquis d***, fait par M. Benoît.

De la santé et du bonheur possibles dans ce monde, par J.-N. Bidaut, 2e édition, revue et beaucoup augmentée.

Étude sur le morcellement de la propriété, suivie de notions élémentaires sur l'échange, par M. L. Ch. Bonne

Leçons élémentaires de droit commercial à l'usage des écoles primaires supérieures et des écoles professionnelles, par L. Ch. Bonne.

Epigraphie des flamands de France, par A. Bonvarlet (1 fascicule)

Documents pour servir à l'histoire de la chrétienté de Dunkerque, annotés par M. A. Bonvarlet.

Choix de dissertations sur des questions de procédure civile et de droit, pénal avec un travail d'histoire, par M. Hercule Bourdon.

Notice sur un tableau triptyque du commencement du XVIe siècle, monument funèbre de Hugues Le Cocq, en l'église collégiale de Saint-Pierre, à Lille, par l'abbé Carnel.

Catalogue des livres, manuscrits, autographes et archives formant le cabinet de M. Bigant.

Fragments du cartulaire de la chapelle Aude, recueillis et publiés par M. Chazaud.

Notice sur quatre religieuses de Port-Royal-des-Champs, exilées dans divers monastères d'Amiens, par M. l'abbé Corblet, etc.

De la reconstruction du cheval sauvage primitif et de la restauration par l'omaimogamie de nos races chevalines régionales, etc., par J.-E. Cornay.

Principes d'adénisation ou traité de l'ablation des glandes nidoriennes, etc. par J.-E. Cornay (de Rochefort), etc.

Catéchisme agricole, par C. Coussin, ex-instituteur, etc.

Catéchisme agricole, par C. Coussin, 2e édition.

Quelques mots sur les épidémies végétales et en particulier sur les diverses maladies de la pomme de terre, par M. Deboutteville.

De la haute antiquité attribuée à quelques fruits et synonymie et histoire de la Poire de Bon-Chrétien d'hiver, par M. L. Deboutteville.

La Suède au XIXe siècle, par Jules Defontaine.

Théâtre complet de Sophocle, traduit en vers par M. Victor Faguet, professeur, agrégé des classes supérieures des lettres.

Théorie de la lumière, solution du prisme, par Gandon.

Des causes morales de l'insuffisance et de la surabondance

périodique de la production du blé en France, par le docteur J.-Ch. Herpin (de Metz).

Rapport au nom de la Commission nommée pour examiner la question des prohibitions, par M. Laurens

De l'impôt foncier dans les derniers temps de l'empire romain. — Extrait de la thèse de doctorat soutenue, à la Faculté de Droit de Paris, par Paul Lecesne, attaché au Ministère de l'Intérieur, avocat à la Cour Impériale.

Observations faites à Briviesca, en Espagne, sur l'éclipse totale du 16 juillet 1860, par M. Lespiault, professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences de Bordeaux, et M. Burat, professeur de mathématiqnes au lycée.

Les poiriers les plus précieux parmi ceux qui peuvent être cultivés à haute tige, aux vergers et aux champs, avec les figures des fruits, par M. J. de Liron d'Airoles.

Mémoire sur la centralisation des actes de l'état-civil au domicile d'origine, lu à l'Académie des Sciences morales et politques, le 23 août 1856, par le docteur J. N. Loir.

Galeswinthe, drame en cinq actes et en vers, par C. N. Maignien, doyen de la Faculté des Lettres de Grenoble, etc.

Études de littérature et d'art, par C. A. Maignien.

Notice historique sur la Société libre des pharmaciens de Rouen, par A. Malbranche.

Système Maudet. — Locomotion pour franchir les rampes de chemins de fer.

De l'acclimatation dans le nord de la France, par M. Léon Maurice.

De l'avenir de l'agriculture en France, par le baron Édouard Mertens.

Méthode de piano, par V. Molard et A. Tripier.

Ville de Moulins. — Exposition archéologique et artistique de 1862. — Notice des objets d'art, d'antiquité et de curiosité et des tableaux, dessins et gravures exposés dans les salles de l'hôtel de ville, du 1er au 31 mai.

Notice des tableaux et objets d'art, d'antiquité et de curiosité exposés dans les salles de l'hôtel de ville d'Amiens, du 20 mai au 7 juin 1860.

Hygiène de la ville de Lille. — Réponse aux questions posées par la Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et

des Arts de Lille, par M. Ch. PILAT, decteur-médecin et M. J.-B. TANCREZ, secrétaire de la Faculté, etc.

Fédération rouennaise le 29 juin 1790. Signé : E. DE LA QUÉRIÈRE.

Eaux de Paris. — Lettre à un Conseiller d'État, pour servir de réponse aux adversaires des projets de la ville de Paris, par ROBINET.

Pétition adressée à l'opinion publique pour la réforme des élections de l'Institut et les autres changements que réclame son organisation, par ROGET baron DE BELLOGUET.

L'orchestrino Clément. — Solution du problème des sons continus sur le piano, mémoire lu, etc par M. J. ROY, officier en retraite.

Flore médicale belge par Armand THIELENS.

Importance de l'aluminium dans la métallurgie, par M. Charles TISSIER.

Des signes méthodiques et des signes dits réguliers, réponse aux observations publiées au sujet du rapport de M. Franck, membre de l'Institut, sur les méthodes d'enseignement en usage pour instruire les sourds-muets, par J. J. VALADE-GABEL.

Discours sur la nature et la loi du progrès, par M. VALAT.

Lettre sur le patois, à M. Louis Debuire du Buc, auteur de chansons patoises, par Louis VERMESSE.

Revue des nouveautés horticoles et agricoles ou annuaire des essais de VILMORIN-ANDRIEUX, et Cie., marchands grainetiers.

Les chrétiens d'Orient, chœur à quatre voix d'hommes, par WATIER. — N° 17.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ

Pendant l'année 1862.

Société a reçu, pendant l'année 1862 :

POUR LE MUSÉE INDUSTRIEL.

De M. Gaubert, fabricant d'instruments de musique, à Lille :

Série de la fabrication d'un saxhorn en mi bémol et d'une clarinette.

De M. Haemen, chaudronnier à Lille :

Une éprouvette perfectionnée pour appareil à distiller et rectifier les alcools.

De M. Jules Lefebvre, Préfet du Morbihan :

Une collection de minerais d'étain provenant des mines du département qu'il administre.

De M. Henri Dubus, préparateur de M. Chevreul, directeur des teintures à la manufacture impériale des Gobelins :

La table chromatique qu'il a faite des couleurs franches de ce chimiste.

De M. Watier, compositeur de musique à Lille :

Ivoire de la plus grande dimension, préparée pour peindre la miniature.

De la Société anonyme des mines et fonderies de zinc de la Vieille-Montagne :

Minerais de zinc (blende et calamine) dans leurs diverses préparations pour obtenir leur réduction. Instruments employés à cette réduction. Zinc en lingot et zinc préparé pour tout usage.

De MM. Henri Dupont, Fougère et Cie., à St-Pierre-lez-Calais :

Planche rabotée par mécanique, avec rainure et languette exécutées, à la fois, par le même mouvement de la machine.

POUR LE MUSÉE ARCHÉOLOGIQUE.

Par M. Charles de Prins :

4 monnaies turques en or.
2 » » en argent.
1 » russe, de Catherine II, cuivre, grand mod.
1 » du Chili, un centavo.
1 » de Buénos-Ayres, un décimo.
2 » du Haut-Canada, cuivre.
6 » du Bas-Canada, cuivre.
1 médaille du Merchants-Exchange, de New-York, cuivre.
1 monnaie gauloise, de la ligue Éduenne, cuivre.
2 monnaies russes, de Nicolas, argent.
1 » turque, de Mahmoud, argent.
2 » des États-Unis, half-dime et 3 cents, argent.
1 » d'Haïti. Président Boyer, 25 cents, argent.
1 » d'Haïti, 1 centime, cuivre.
2 » de la Nouvelle-Ecosse, penny et half-penny, cuivre
2 » brésilienne de Pédro Ier, cuivre.

Par M. François Defontaine :

1 médaille de Bonaparte. Pose de la première pierre de la colonne nationale, bronze.
1 » de Louis XVIII. Son retour en France, 1814, br.
1 monnaie » Guyane française, 10 cent., billon
1 » de Napoléon. 1 décime 1814, cuivre.
1 » anglaise de George III, cuivre.
1 » » Guillaume IV, cuivre.
4 » » Victoria, cuivre.

2 monnaies suédoises d'Oscar, cuivre.
4 » russes de Nicolas, cuivre.
1 » hollandaise de Guillaume III, argent.
1 » du Luxembourg, cuivre.
2 » d'Autriche, 1848 et 1859, cuivre.
1 » espagnole de Ferdinand VII, cuivre.
1 » turque de Mahmoud (Alger), argent.
1 médaille antique d'Antiochus-Soter, bronze.
1 » » de Ptolémée VII, potin.

Par M. Raboisson :

1 médaille de récompense pour le rob Boyveau-Laffecteur bronze.

Par M. Decary :

1 monnaie turque de Mahmoud (Constantinople), argent.

Par M. Auguste Guiselin :

1 monnaie antique. Obole de Tarente, argent.
1 monnaie anglaise. Georges III, 3 pence, argent.

Par M. Vand....

1 médaille de Philippe V. Avénement au trône d'Espagne, bronze.

Par la Commission administrative de la Caisse d'épargne de Lille :

1 jeton de présence au type de l'Épargne, argent.
2 jetons de présence au type des armes de Lille, argent.

Par M. A. de Norguet, M. R. :

1 médaille de Louis XV. Naissance du comte d'Artois, arg.
1 » de Riquet de Bonrepos. Canal des deux mers, 1825, bronze.
1 » de Charles X. Camp de Saint-Omer, bronze.

Par M. Van Hende, M. R. :

2 médailles de J.-J. Rousseau. Contrat social et Panthéon, bronze.
1 médaille de Napoléon III. Maubeuge, bronze.
1 » de Dumortier, représentant belge, bronze.
3 monnaies de Napoléon III, 20c, 2e et 1e, argent et cuivre.
2 » anglaises. Georges III, cuivre.
2 » » Victoria, cuivre.
1 » du Luxembourg, cuivre.
1 » hollandaise. Guillaume II, 10 cents, argent.
1 médaille de Léopold, XXVe anniversaire, cuivre.
1 » de Bonaparte, bronze.
1 » de N.-D. de la Treille, 1re pierre, 1er autel, cuivre.
5 jetons de la guerre d'Italie, cuivre.
3 » grand concours musical de Lille 1862, gr. mod. cuiv.
5 » » » » pet. mod. cuiv.
1 » Concours vocal et instrumental. Lille, 1855, petit module, cuivre.
1 » Fête communale de Douai. Gayant et sa famille, cuiv.
1 médaille de piété. St.-Barthélémy d'Oignies, cuivre.

Par M. Edouard Desreumaux :

Une carte intitulée : Représentation des États, tant ecclésiastique que séculier, de la province de Lille, Douai et Orchies.

Cette carte est antérieure à l'emploi des hachures dans la représentation des blasons.

Par M. Verly, M. R. :

Un moule à médaille en pierre de Godeland, représentant d'un côté un écu dont la courroie, relevée en forme de nœud, est portée par deux lions, et au revers cette inscription en deux lignes : Anthoine Robart.

Par M. Henri Violette, M. R. :

Une pierre votive provenant de la démolition du chœur de

l'église des P.-P. Capucins de Lille, nécessitée par l'agrandissement de la raffinerie impériale de salpêtre, et portant la date de 1660.

Par M. Boucq père :

Un tableau-médaillon en faïence de Lille, représentant Joseph Clément, archevêque de Cologne, sacré à Lille en 1708, par Fénelon.

Par M. Verly, M. R., les empreintes sigillaires suivantes :

Scel de Henri III, roi d'Angleterre.
Contre-scel, » »
Contre-scel de Henri V, »
Scel de Henri VI, »
Contre-scel de Henri VII, »
Wallerand, sire de Kolkembourg.
Jean d'Avesnes, comte de Hainaut.
Louis de Nevers, comte de Flandre.
Éloi de Béthune.
Marie de Mortagne, châtelaine de Tournai.
Isabeau de Meulebecke.
Jean, duc de Bar.
Leomen, châtelain de Bruxelles.
Gérard d'Alsan, chancelier de Flandre.
Guillaume, chevalier de Flandre, prévôt de St.-Donat, à Bruges.
Scel du prince de Soubise.
» de la famille de Rohan.
» du concile de l'église gallicane.
» de messire Pierre, évêque de Digne.
» du chapitre de Saint-Vaast d'Arras.
» de Jean, abbé de Saint-Vaast d'Arras.
» de l'église de Saint-Martin, d'Ypres.
» de l'église de Saint-Gervais, de Maëstrick.
» du chapitre de Saint-Étienne de Coutances.

Scel de l'église de Sainte-Marie et Saint-Théobate, de Metz.
» de Saint-Cyriaque, à Provins.
» d'Anselme, évêque de Reims.
» du couvent d'Hasnon.
» du couvent du Mont-Saint-Martin.
» de l'hôpital des lépreux, à Ypres.
» échevinal des maîtres de l'Université de Paris.
» communal de Dijon.
» » d'Abbeville.
» » de Béziers.
» » de Valenciennes.
» » d'Hasnon.
» » de Blarynies.
» » de Gand.
» du Parlement de Tournai.
Dix scels divers.

COLLECTION

DES

PORTRAITS DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ.

La Société ayant décidé que les portraits de ses membres seraient réunis et placés dans la salle de ses séances, la circulaire suivante a été adressée à tous les correspondants :

« MONSIEUR ET CHER CONFRÈRE,

» La Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, a décidé que les portraits de tous ses membres-associés (résidants, correspondants et honoraires), morts ou vivants, seraient recueillis — sous le format de carte de visite — et réunis dans des tableaux destinés à orner la salle de ses séances.

» Cette décision a un double caractère : honorer ceux qui ne sont plus, les savants, les littérateurs, les artistes dont les travaux ont jeté un vif éclat sur la Société, et resserrer plus étroitement les liens qui attachent les uns aux autres les membres épars de notre famille intellectuelle, en leur permettant de se mieux connaître.

Lorsque la mort vient frapper l'un de nous, nous l'accompagnons à sa dernière demeure ; un abrégé de sa vie est consigné dans nos archives ; mais un portrait fidèle peut seul perpétuer sa mémoire. Combien de fois, dans nos regrets, n'avons-nous pas souhaité pareille consolation !

Le prix élevé des tableaux a, pendant longtemps, paralysé ce désir ; la photographie en rend aujourd'hui la réalisation facile, et les indifférents eux-mêmes ne pourraient que retarder son exécution complète, mais nous ne voulons pas croire à la possibilité de l'indifférence.

» C'est pourquoi je viens, Monsieur et cher Confrère, vous inviter à nous envoyer, le plus tôt que vous le pourrez, votre carte photographiée avec vos noms et prénoms et la date de votre naissance. Nous espérons que vous voudrez bien nous donner aussi votre adresse exacte et une courte notice sur vos ouvrages. Ces renseignements sont indispensables pour la rédaction de l'album biographique de la Société.

» Dans l'attente de votre réponse, je vous prie, Monsieur et cher Confrère, d'agréer l'assurance de ma considération distinguée.

Le Président,
F. CHON.

» P. S. — Veuillez adresser votre envoi, s. v. p., à M. Alexandre Deplanck, président de la commission chargée de recueillir et de classer les portraits, place Gilson, 11 et 13, à Lille. »

Tous les membres honoraires et titulaires se sont empressés de répondre en envoyant leur portrait-carte, ainsi qu'un grand nombre de correspondants (50 environ).

Les portraits de quinze membres décédés ont été offerts pour les familles de ces membres.

TABLE DES MATIÈRES

DU NEUVIÈME VOLUME.

ANNÉE 1862.

MÉMOIRES.

Hygiène de la ville de Lille, par MM. Ch. Pilat, docteur médecin, et Tancrez, secrétaire de la Faculté des Sciences, *concours de* 1861 5

Bouvines, par M. J.-B. Deletombe, *concours de* 1861 . . 53

Traitement du croup, par MM P. Fischer et F. Bricheteau, internes à l'hôpital des Enfants, *concours de* 1861 . . . 81

Mémoire explicatif du cadran musical transpositeur de M. L. D'Henry (avec 6 planches), *concours de* 1861 183

Influence du gaz sur les arbres des promenades publiques, par M. Girardin, M. R (1) 283

Rapport sur la composition et l'usage industriel des eaux de la Lys, du canal de Roubaix, des puits du sable vert, de la marne et du calcaire bleu, par M. J. Girardin, M. R. . . 289

Horace à Athènes, par M. Hinstin, M. R. 321

De la migration du phosphore dans la nature, par M. B. Corenwinder, M. R 331

Mémoire sur la production artificielle des monstruosités dans l'espèce de la poule. par M. Dareste, M. R. 369

(1) M.R. signifie Membre Résidant.

Résolution de quelques cas particuliers des équations différentielles linéaires, par M. A. David, M. R. 409

Distillation des térébenthines et des résines, par M. Henry Violette, M. R. (avec 6 planches) 423

Étude sur l'ambassade d'Auger de Bousbecques, en Turquie, par M. Albert Dupuis, M. R 439

Théorie générale des développantes, par M. A. David ; M. R. . 499

Poésies, par M. Alexandre Deplanck, M. R. 519

Aperçu historique sur l'origine et les progrès du calcul des variations, jusqu'aux travaux de Lagrange, par M. Guiraudet, M. R. (avec 1 planche) 525

De l'existence d'un nouveau métal, le Thallium, par M. Lamy, M. R. (avec 1 planche). 569

Note sur les sels organiques du Thallium, par M. F. Kuhlmann, fils. 605

Nouveaux procédés de fabrication de l'acide nitrique, par M. F. Kuhlmann fils. 609

Recherches statistisques sur le mouvement de la population de la ville de Lille, pendant l'année 1860, par M. Chrestien, M. R 617

BULLETIN DES SÉANCES.

Installation du bureau III

Nomination du Jury d'examen des candidats aux pensions Wicar, à Rome III

Renouvellement des commissions permanentes. . . . . IV et V

M. Victor Mottez, peintre à Paris, nommé membre correspondant VII

M. Jouvin, pharmacien-en-chef de la marine, à Rochefort, nommé membre correspondant. VII

M. Diégeirck, bibliothécaire-archiviste de la ville d'Ypres, nommé membre correspondant. VII

M. J. B. Deletombe, instituteur à Orchies, nommé membre correspondant VII

Première communication de M. Lamy, sur le *thallium* . VIII

M. A. de Norguet, propr., naturaliste, nommé membre résidant XI

M. L. Lethierry, propr., naturaliste, nommé membre résidant XI

Nouveaux résultats sur le *thallium*, par M. Lamy . . . XI

Nomination de la commission chargée d'examiner les travaux envoyés pour le concours des sciences appliquées. XIV

M. de Melun analyse l'histoire des États d'Artois, par M. Filon XIV

Discours du Président, aux funérailles de M. Desmazières, membre honoraire XIX

M. Dareste de la Chavanne, professeur d'histoire à la Faculté des Lettres de Lyon, nommé membre correspondant. XXI

M. Painvin, professeur de mathématiques spéciales, au lycée de Douai, nommé membre correspondant. . . . XXIII

Note de M. Corenwinder sur l'assimilation du carbone par les végétaux. XXIII

Proposition de M. Deplanck, relative à une collection des portraits photographiés des membres de la Société . . XXV

Résolution de la Société relativement à cette proposition. XXVI

Rapport de M. Chon sur la publication faite par M. de Godefroy Ménilglaise, M. C. (1), d'un *Itinéraire de Mons à Jérusalem, par Langhérand, mayeur de Mons en Haynaut* XXVI

M. Bos, ancien résidant, nommé membre correspondant. XXX

M. Lachez, architecte, à Paris, nommé membre correspondant XXX

Compte-rendu de M. Guiraudet sur un ouvrage de

(1) M. C. signifie Membre Correspondant.

M. Lachez, intitulé : *Optique et acoustique des salles de réunions publiques* XXX

M. Breton, peintre, à Paris, nommé membre correspondant. XXXVI

Renouvellement du bureau XXXVII

M. Richaud, proviseur du lycée de Lille, nommé membre résidant XXXVII

Séance solennelle du 21 décembre XXXVIII

Discours du Président XXXVIII

Compte-rendu des travaux de la Société, par le Secrétaire Général. XLVI

Rapport sur le concours des sciences appliquées et de médecine LIX

Rapport de la Commission de littérature et d'histoire. . . LXV

Rapport sur l'école des chauffeurs. LXXIX

Récompenses aux agents industriels. LXXX

Programme des prix (concours de 1863) LXXXII

id. (concours de 1864) LXXXV

Conditions générales du concours. LXXXVIII

Liste des membres de la Société LXXXIX

Notes bibliographiques. XCIII

Dons faits à la Société. CVI

Collection des portraits des membres de la Société. . . CXII

Lille-Imp. L. Danel